PENGETAHUAN BAHAN PLAMBING 1

BIDANG KEAHLIAN: TEKNOLOGI DAN REKAYASA

TEKNIK PLAMBING DAN SANITASI

DIREKTORAT PEMBINAAN SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN
DIREKTORAT JENDERAL MANAJEMEN PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
2013

KATA PENGANTAR

Modul atau paket pembelajaran ini untuk mendukung penguasaan standar kompetensi tertentu. Modul pembelajaran ini ditulis sesuai prinsip pembelajaran kompetensi karakter yang harus dimiliki, dihayati, dikuasai, dan diaktualisasikan oleh siswa dalam melaksanakan tugas sebagai pelajar dan dipersiapkan untuk terjun ke industri. Untuk mengaktualisasikannya maka modul atau paket ini dirancang dengan sistimatis agar mudah dipelajari secara individu yang dipersiapkan untuk para siswa

Di dalam penggunaannya, bahan ajar ini menerapkan azas keluwesan dan keterlaksanaan yaitu menyesuaikan dengan karakteristik peserta, kondisi fasilitas dan tujuan pendidikan. Dengan demikian, kepada semua pihak baik kepala sekolah maupun guru yang mengajar diharapkan dapat berusaha mengoptimalkan penggunaannya sehingga kegiatan pembelajaran yang dilakukan lebih bermakna dalam meningkatkan kompetensi para siswa.

Demikian mudah-mudahan apa yang kami kerjakan dapat bermanfaat dalam mendukung pengembangan pendidikan kejuruan, khususnya dalam pembekalan kompetensi para siswa.

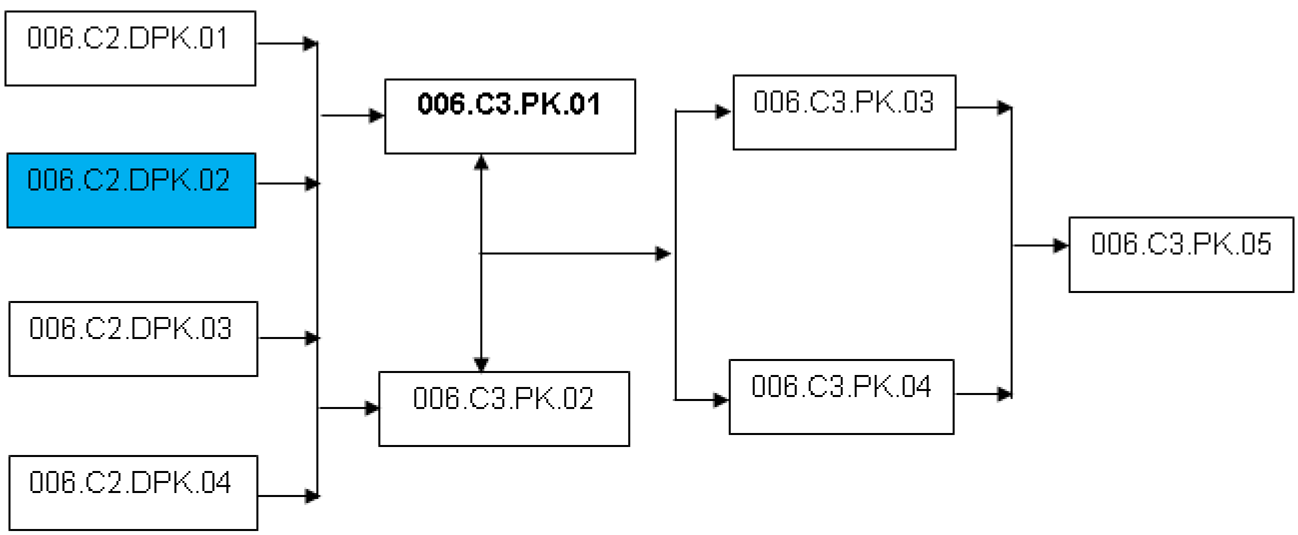
Drs. Dedy H. Karwan, MM

NIP 195600301981031003

DAFTAR ISI

DIAGRAM KOMPETENSI TEKNIK PLAMBING DAN SANITASI

Diagram ini menunjukkan tahapan atau tata urutan komptensi yang diajarkan dan dilatihkan kepada peserta didik dalam kurun waktu yang dibutuhkan serta kemungknan multi exit-multi entry yang dapat diterapkan.



Keterangan

006.C2.DPK.01: Simulasi Digital

006 C2.DPK.02 : Pengetahuan Bahan Plambing

006.C2.DPK.03 : Dasar-dasar Plambing

006.C2.DPK.04 : Gambar Dasar Plambing

006.C3.PK.01 : Sistem Penyediaan Air Bersih

006.C3.PK.02 : Teknik Saniter dan Sistem Pembuangan Air Kotor

006.C3.PK.03 : Perancangan Pipa dan Pompa Air

006.C3.PK.04 : Hidrolika Terapan

006.C3.PK.05 : Gambar dan Rencana Anggaran Biaya (RAB)

BAB I PENDAHULUAN

A. Deskripsi

Dalam modul ini Anda akan memahami Pengetahuan bahan-bahan yang digunakan dalam pekerjaan Plambing, mempelajari bagaimana sifat, karakteristik, klasifikasi dari dari bahan – bahan tersebut dapat mengenal beberapa jenis bahan pada pekerjaan instalasi pipa, serta pengenalan alat penyambungnya,. Apabila Anda telah mempelajari dan menguasai modul ini, maka Anda diharapkan dapat memilih dan mengenal jenis pipa dan alat penyambungnya yang akan digunakan dalam suatu instalasi pipa Plambing dengan tepat, , maka anda akan dapat melakukan pemasangan instalasi sesuai dengan tempat dan kebutuhan yang benar.

B. Prasyarat

Dalam mempelajari modul ini tidak ada prasyarat khusus, namun Anda diharapkan sudah mampu membaca dan menerjemahkan dan memahami tentang pengetahuan bahan yang dipakai dalam pekerjaan Plambing. Selain itu juga anda mampu membedakan bahan-bahan yang digunakan dalam pekerjaan Plambing, Karena dalam merencanakan maupun melaksanakan pekerjaan Plambing, harus dipahami dengan benar jenis bahan serta kualitas bahan yang digunakan agar tidak ada masalah dalam pekerjaaan Plambing dikemudian hari.

C. Petunjuk Penggunaan

- Bacalah garis-garis besar materi, buatlah catatan kecil pada lembar kertas
- Pelajari materi pada daftar istilah (Glosarium) pada bagian akhir buku teks ini
- Pelajari setiap gambar penyerta, mencakup nama-nama bagian
- Selesaikan tugas/evaluasi
- Bacalah referensi, sumber belajar dan lengkapilah fasilitas yang harus dipersiapkan
- Tanyakan kepada Guru/Pembimbing bila menghadapi kesulitan

D. Tujuan Akhir

1) Menjelaskan Jenis – jenis bahan Pipa yang dipergunakan dalam pekerjaan Plambing

2) Mengklasifikasikan jenis-jenis bahan pipa untuk pekerjaan plambing

3) Menjelaskan sifat dan karakteristik bahan – bahan pipa yang digunakan dalam pekerjaan plambing

4) Menjelaskan Jenis – jenis bahan sambungan/fitting yang dipergunakan dalam pekerjaan Plambing

5) Mengklasifikasikan jenis-jenis bahan pipa untuk pekerjaan plambing

E. Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar Pengetahuan Bahan Plambing
006 C2.DPK.02 : Pengetahuan Bahan Plambing
KELAS: X

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR
1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya	1.1 Menyadari adanya keteraturan struktur partikel materi sebagai wujud kebesaran Tuhan YME dan pengetahuan tentang Pengetahuan alat bahan Plambing 1.2 Menyadari keteraturan dalam semua jenis pemasangan /pemilihan alat bahan Plambing
2. Menghayati dan Mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktifdan menunjukan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.	2.1 Menunjukkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu; objektif; jujur; teliti; cermat; tekun; hati-hati; bertanggung jawab; terbuka; kritis; kreatif; inovatif dan peduli lingkungan) dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi sikap dalam melakukan percobaan dan diskusi 2.2 Menunjukkan perilaku kerjasama, santun, toleran, cinta damai dan peduli lingkungan merencanakan/melaksanakan sistem Plambing 2.3 Menunjukkan perilaku responsif dan pro-aktif serta bijaksana sebagai wujud kemampuan memecahkan masalah dan membuat keputusan
3 Memahami, menerapkan dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, dan prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian	3.1 Mengklasifikasikan jenis-jenis bahan pipa untuk pekerjaan plambing 3.2 Mengklasifikasikanjenis-jenis bahan sambungan pipa (fitting) untuk pekerjaan plambing 3.3 Mengklasifikasikanjenis-jenis bahan alat saniter untuk pekerjaan plambing 3.4 Mengklasifikasikan Komponen dan alat penggantung instalasi pipa

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR
dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan masalah.	3.5 Mengklasifikasikan komponen Alat penggantung untuk pekerjaan saniter
4 Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung.	4.1 Menyajikan jenis-jenis bahan pipa untuk pekerjaan plambing 4.2 Menyajikan jenis-jenis bahan sambungan pipa (fitting) untuk pekerjaan plambing 4.3 Menyajikan jenis-jenis bahan alat saniter untuk pekerjaan plambing 4.4 Mencoba pemasangankomponen dan alat penggantung instalasi pipa 4.5 Mencoba pemasangan komponen dan alat penggantung untuk pekerjaan saniter

F. Cek Kemampuan Awal

Nama :
Kelas :
No Siswa :

No	Kompetensi	Ya	Tidak	Rekomendasi
1.	```Dapatkah anda ketahui tentang Bahan – bahan pipa yang dipergunakan dalam pekerjaan Plambing			
2	```Dapatkah anda ketahui tentang Bahan – bahan sambungan pipa yang dipergunakan dalam pekerjaan Plambing			
3	```Dapatkah Anda sebutkan apa yang disebut dengan pipa PVC			
4	```Dapatkah Anda sebutkan apa yang disebut dengan pipa HPDE			
5	```Dapatkah anda sebutkan sambungan pipa apa saja yang kalian ketahui			

Rekomendasi :

....
....

Peserta didik/Siswa Guru/ Pembimbing

BAB II
PEMBELAJARAN

Kegiatan Belajar 1.

Pengetahuan bahan Pipa

a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran

Setelah mempelajari kegiatan belajar 1, diharapkan Anda dapat :

1) Menjelaskan Jenis – jenis bahan Pipa yang dipergunakan dalam pekerjaan Plambing
2) Mengklasifikasikan jenis-jenis bahan pipa untuk pekerjaan plambing
3) Menjelaskan sifat dan karakteristik bahan – bahan pipa yang digunakan dalam pekerjaan plambing
4) Menjelaskan Jenis – jenis bahan sambungan/fitting yang dipergunakan dalam pekerjaan Plambing
5) Mengklasifikasikan jenis-jenis bahan pipa untuk pekerjaan plambing

i. Uraian Materi

Hampir tidak ada dalam kehidupan kita yang tidak bersinggungan dengan pipa di rumah rumah tinggal, perkantoran, rumah sakit, pabrik dan lain-lain, ataupun ditempat lainnya selalu terlihat adanya penggunaan pipa-pipa baik untuk keperluan sanitasi, mandi cuci, pendingin udara, pemadam kebakaran, ventilasi dan lain-lain. Yang kesemuanya memerlukan pemahaman bagi setiap pengguna bahan tersebut agar tidak salah menggunakan pipa sesuai dengan peruntukannya baik dilihat dari mutu ,sifat karakteristik bahan yang dipakai.

Pipa (pipe) ditemukan saat manusia dulu kesulitan membawa air dari sumber air ke rumah atau pemukiman mereka. Dengan adanya pipa maka pekerjaan membawa air menjadi lebih mudah. Pipa pertama terbuat dari bambu (bamboo).Pada peradaban Mesir dan Aztec, pipa terbuat dari lempung yang dibakar. Pipa logam pertama dibuat pada masa Yunani dan Romawi dengan membuatnya dari timbal dan bronze (perunggu, Cu-Sn). Pipa besi dibuat setelah adanya penemuan serbuk senjata (gun powder) karena serbuk senjata memerlukan pipa besi yang lebih kuat untuk dilewati peluru. Sejak saat itu berbagai produk pipa dari logam berkembang pesat dan menjadi produk khusus saat ini.



- **Sejarah Produksi Pipa**

Sejarah manusia memproduksi pipa dimulai ketika manusia mulai membutuhkan aliran air dari suatu tempat ketempat lain tanpa harus mengangkutnya menggunakan tenaga manusia. Pada kota-kota dijaman pertengahan digunakan kayu gelondongan yang dilubangi yang berfungsi memenuhi ketersediaan air di kota. Penggunaan pipa besi di Inggris dan Perancis mulai umum di awal abad ke 19. Aliran pertama pipa besi (cast-iron) untuk Philadelphia dibangun pada 1817, dan untuk kota New York pada tahun 1832.

Baru pipa digunakan untuk pengangkutan bahan bakar (minyak & gas) dimulai di Inggris menggunakan lembaran besi yang dibentuk menggunakan silinder kemudian sisi-sisinya di las. Lalu pada tahun 1887 di Amerika dibuatlah pipa pertama berbahan baja (Betlehem steel) .

Pada pertengahan abad 19 barulah pipa seamless (tanpa celah / sambungan) dicoba untuk diproduksi untuk beberapa kebutuhan. Di Jerman dikembangkan proses yang dinamakan Mannesmann process pada tahun 1885 dan mulai digunakan di Inggris pada tahun 1887. Di Amerika dibangun pabrik pipa seamless pada tahun 1895.

Memasuki abad ke 20 seamless tube mulai dibutuhkan di berbagai belahan dunia menyusul revolusi industri yang melahirkan teknologi Otomotif, pengolahan minyak, pengaliran minyak, sumur bor, serta boiler. Pada waktu itu tube yang menggunakan welding kurang dapat diandalkan.

Produksi dan konsumsi dunia akan produk pipa besi dan baja mencakup hampir 14 persen dari penggunaan baja mentah diseluruh dunia. Dan terus akan berkembang seiring dengan pertumbuhan industri serta meningkatnya populasi. Perbedaan tingkat kebutuhannya tentu saja

bergantung pada tingkat perkembangan kegiatan ekonomi tiap negara seperti kegiatan eksplorasi minyak, pembangunan pembangkit listrik, atau produksi otomotif. Sebagai contoh, pada negara dengan harga minyak yang rendah, kegiatan investasi untuk eksplorasi minyak akan melemah.

Konsekuensinya, produksi pipa untuk kegiatan tersebut akan berkurang.

- **Material Pipa**

Pipa adalah istilah untuk benda bulat/silinder yang berlubang dan digunakan untuk memindahkan zat hasil pemrosesan seperti cairan, gas, uap, zat padat yang dicairkan maupun serbuk halus. Material yang digunakan sebagai pipa sangat banyak diantaranya adalah: Pipa PVC, Pipa GIG (galvanized), beton cor, gelas, , kuningan (brass), tembaga, , besi tuang, dan lain lain . Pemilihan material pipa akan sangat membingungkan sehingga perlu pemahaman mendalam untuk apa saluran/sistem pipa itu dibuat, mengingat setiap material memiliki keterbatasan dalam setiap aplikasinya. Dalam pekerjaan Plambing kita sebagai pengguna bahan pipa yang setiap jenisnya mempunyai karakteristik yang berbeda,perlu mengenal karakteristik pipa yang akan digunakan sehingga dalam pemilihan atau penentuan jenis/bahan untuk tujuan penggunaan tertentu harus betul-betul sesuai dengan yang kita inginkan. Awet dan tahan lama. Suatu hasil pekerjaan tidak akanada artinya bila menggunakan bahan yang salah. Untuk itulah pengetahuan tentang bahan-bahan yang digunakan pada suatu pekerjaan menjadi sangat penting.Salah satu komponen yang penting dalam sistem Plambing adalah pipa,

Pipa pipa yang beraneka ragam dan jenisnya terbagi menurut fungsinya, letak dan materialnya.

Seorang Plumber (pekerja) selain mempunyai pengetahuan dan keterampilan cara mempergunakan peralatan dengan aman. Ia harus mengetahui juga spesifikasi bahan-bahan yang dipergunakan dalam pekerjaan plambing. Pengetahuan mengenai bahan-bahan yang dipergunakan pada pekerjaan system plambing meliputi : jenis dan fungsi pipa,alat penyambung, peralatan saniter dan bahan-bahan untuk pembuatan saluran.

Pengertian dari pekerjaan pipa itu sebenarnya sangat luas sekali, tapi dalam garis besarnya dapat dibagi dalam dua kelompok yaitu :

a. Jaringan pipa dalam

   Jaringan pipa dalam adalah pemasangan atau penyambungan pipa-pipa untuk pemasukkan dan pipa pengeluaran khusus yang terdapat di dalam bangunan untuk segala keperluan alat plambing, seperti : kamar mandi, wc, tempat cuci piring (sink), tempat cuci tangan, tempat

buang air kecil (urinoir), jaringan pipa gas, jaringan pipa untuk keperluan rumah, dan lain-lain.

b. Jaringan pipa luar

Jaringan pipa luar adalah pemasangan atau penyambungan pipa-pipa di luar bangunan. Batasan tanggung jawab perawatan dan perbaikan kerusakan adalah sebagai berikut :

- dari meteran ke dalam (instalasi dalam rumah) adalah tanggungjawab yang punya rumah (gedung).
- dari meteran ke luar adalah tanggungjawab PDAM atau pihak penjual jasa.Jenis pipa dan ukurannya

Pipa mempunyai banyak ukuran, mulai dari yan terkecil dengan ukuran diameter 1/2 inch sampai ukuran yang sangat besar dengan diameter 72 inch atau kira2 1.8 meter.

secara umum material yang banyak digunakan untuk pipa dan komponennya terbagi atas dua katagori utama yaitu :

- Metallic (Logam)
- Non metallic (Non logam)



untuk jenis Metallic dibagi dalam dua kelompok yait ferrous dan Non ferrous.ada 2 (dua) jenis metode yang digunakan untuk menamai ukuran pipa :

- NPS (Nominal Pipe Size) adalah ukuran standard Amerika Utara, dengan ukurannya berdasarkan “inch”.
- DN (Diameter Nominal) adalah penunjukkan ukuran eropa dengan ukurannya berdasarkan “milimeter”.

selain penamaannya dengan NPS atau DN, maka ada pasangan yg selalu tidak ketinggalan ketika disebutkan ukuran pipa yaitu schedule (sch).

Schedule adalah suatu penunjukkan ukuran ketebalan dinding pipa atau dengan kataThickness.

Perbedaan NPS dan OD

Perbedaan antara NPS dengan OD dimulai dari pipa ukuran NPS 1/4″ sampai dengan ukuran NPS 12″. Sedangkan untuk pipa dengan NPS diatas 12″(inch), maka NPS yang ditunjukkan sesuai dengan OD dari pipa tersebut.

Ada salah satu perbedaan yang lain lagi yang biasa kita lihat di tabel daftar pipa yaitu huruf "S" setelah nomor schedule. seperti contoh 5S. hal ini khusus untuk menunjukkan bahwa schedule tersebut untuk material khusus Stainless steel. sedang schedule tanpa huruf "S" adalah untuk pipa dengan material selain stainless steel.

Ukuran pipa

macam2 ukuran pipa yang sering digunakan dalam industri :

•Large Bore Pipe : yaitu pipa dengan ukuran lebih besar dari 2 Inch.

•Small Bore Pipe : yaitu pipa dengan ukuran 2 inch ke bawah.

•Tubing : yaitu pipa yang mempunyai ukuran sampai 4 inch, tetapi mempunyai ukuran ketebalan dinding pipa yang lebih kecil jika dibandingkan dengan small bore dan large bore.

Schedule (ketebalan pipa)

pipa diproduksi dalam berbagai macam ketebalan yang sudah distandardkan. setiap ketebalan tertentu pada pipa diberi penamaan dalam bentuk schedule number, bukan dalam bentuk ukuran pipa yang sebenarnya.

pada awalnya ketebalan pipa hanya ada 3 kelompok yaitu:

•Standard

•Extra Strong (XS)

•Double Extra strong (XXS)

saat ini penamaan sudah diganti dengan memberikan schedule number tertentu, yang dimulai dari 5 dan 5S, kemudian diiukuti dengan 10 dan 10S, seterusnya dalam kelipatan 10 sampai schedule 40 (20, 30, 40) dan selanjutnya mempunyai kelipatan 20, yaitu 60, 80, 100, 120, 140, 160.

pada umumnya, besarnya ketebalan pipa yang mempunyai schedule 40 dengan schedule STD adalah sama untuk pipa ukuran 1/8 sampai dengan ukuran pipa 10 inch.

pipa biasanya diproduksi dengan ukuran panjang yang berbeda, tergantung kepada material, ukuran dan schedule. namun pada umumnya pipa2 diproduksi dengan mempunyai rata2 panjang 20ft atau 6 meter untuk pipa karbon steel. panjang ini disebut dengan istilah random length. adakalanya pipa yang mempunyai ukuran panjang 2 kali lipat dari random length tersebut juga banyak tersedia dan termasuk disukai, terutama untuk penggunan pipe rack. ukuran ini disebut juga dengan double random length atau sama dengan 12 meter.

Pipe Ends

secara umum pipa yang diproduksi mempunyai 3 jenis bentuk ujung pipanya :

•Plain Ends (PE) : yaitu ujung pipa yang dipotong persegi

•Beveled Ends (BE) : yaitu bentuk ujung pipanya dipotong membentuk bevel
•Threaded Ends (TE) : yaitu pipa yang dibuat mempunyai ulir pada
ujungnya. disini jenis TE ada dua pilihan : 1. berulir kedua sisi (TBE : Threaded Both Ends) dan 2. Hanya pada satu sisi (TOE : Threded One Ends)

http://eryhartoyo.wordpress.com/2011/08/14/jenis-pipa-dan-ukurannya/

Macam-macam pipa Jaringan / Instalasi Pipa ada tiga macam, yaitu :

1. Pipa penghantar, adalah pipa yang mengantarkan air dari sumber air digunung, sungai atau sumber air lannya ke reservoir/bak/kolam penampung.
2. Pipa induk, adalah pipa yang mengalirkan air dari reservoir pada jaringan pipa di dalam kota untuk sampai ke rumah-rumah.
3. Pipa bagi atau distribusi, adalah pipa yang mengalirkan air ke rumah-rumah atau ke konsumen

➢ **Bahan-Bahan Pipa**

Untuk pembuatan pipa dibutuhkan bahan yang bermacam-macam, yaitu :

a. Untuk pipa penghantar dan pipa induk
   - Pipa besi tuang

     Pipa ini sangat cocok digunakan untuk mengalirkan zat yang bersifat pelumas seperti minyak.
   - Pipa baja

     Pipa jenis ini biasanya digunakan untuk mengalirkan zat pelumas seperti minyak. Pipa jenis ini mempunyai kekuatan yang lebih baik daripada jenis pipa tuang.
   - Pipa beton
   - Pipa PVC (Polyvinil Chloride)
   - Pipa asbes semen.
   - Pipa Stainles steel

b. Untuk pipa pembagi / distribusi
   - Pipa galvanis
   - Pipa PVC
   - Pipa tembaga
   - Pipa besi tuang

- Pipa kuningan
- Pipa timah hita



PVC



TEMBAGA



GIP (GALVANISEZ)



KUNINGAN



PIPA BAJA



HDPE



PIPA STAINLESS



PIPA BETON



PP

Faktor-faktor yang mempengaruhi pengaliran air pada lintasan instalasi pipa adalah:

1) Diameter Pipa

   Semakin besar ukuran pipa atau semakin besar diameter pipa maka semakin banyak air yang dapat dialirkan.Panjang pipa

2. Semakin panjang pipa semakin panjang perjalanan air maka semakin besar gesekan yang terjadi di permukaan dalam pipa oleh air.
3. Keadaan Pipa

   Air lunak yang kaya akan O2 dan air keras yang banyak mengandung garam akan mempercepat terjadinya karat pada permukaan dalam pipa, hal ini dapat menghambat aliran air.

a. Perubahan Arah Aliran

Belokan yang tajam akan memperlambat laju aliran air, oleh karena itu dalam merencanakan jaringan pipa diusahakan seminimal mungkin merubah arah aliran.

b. Mutu sambungan

Bram / serpih di ujung pipa, mutu uliran dan lilitan threat type akan mempengaruhi aliran air.

c. Pemasangan Valves

Dalam jaringan pipa perlu direncanakan pemasangan valves (kran) untuk menghentikan sementara aliran air apabila terjadi perbaikann pipa.

d. Pembesaran Ukuran

Agar pengaliran air akan tetap lancar, perubahan ukuran (pemakaian Reducing Socket) dibuat secara bertahap / tidak terlalu drastis.

- **Ukuran Nominal Pipa**

Ø (mm)	**Ø (inchi)**	**Ø (mm)**	**Ø (inchi)**
6	1/8	100	4
8	¼	125	5
10	3/8	150	6
15	½	175	7
20	¾	200	8
25	1	225	9
32	1 ¼	250	10
40	1 ½	300	12
50	2	350	14
65	2 ½	400	16
90	2 1/3	500	20

➢ **Jenis dan fungsi pipa**

Jenis pipa dan macam-macam pipa dibagi menurut fungsinya, letaknya, dan materialnya.

Menurut fungsinya pipa terbagi menjadi pipa saluran air bersih, pipa saluran air bekas, pipa saluran air kotor, dan pipa saluran air hujan. Beda air bekas dan air kotor adalah sumbernya, air bekas bersumber dari bekas pakai atau cuci sedangkan air kotor bersumber dari toilet / closet

maupun urinal. Intinya biasanya air bekas bisa langsung masuk saluran kota, tetapi kalau air kotor akan masuk septic tank atau STP.

1). Pipa GIP (Galvanized Iron Pipe)



Pipa Galvanis

Pipa galvanis adalah semacam pipa besi yang ditutupi dengan lapisan pelindung seng yang dapat sangat mengurangi kecenderungan pipa untuk menimbulkan korosi serta memperpanjang harapan hidup tabung agar awet.

Pipa galvanis ini terbuat dari baja karbon rendah dengan lapisan galvanis, yang mengandung berbagai macam unsur di dalamnya:

- unsur seng (Zn) 99,7%dan biasanya di aplikasikan untuk pipa pada air minum.
- unsur karbon sebesar 0,091% sehingga tergolong dalam baja karbon rendah.

Sehingga bisa di jelaskan bahwa Pipa galvanis ini terbuat dari unsur utamanya adalah seng.

Pipa GIP atau pipa besi galvanis digunakan untuk intalasi air bersih dingin saja, tidak dianjurkan untuk pipa air panas.

Pipa galvanis diproduksi dengan berbagai ukuran maupun ketebalan dindingnya, disesuaikan dengan kegunaannya ukuran panjang standar adalah 6 m.Bahan galvanis tidak hanya berbentuk pipa, tabung, akan tetapi dapat berupa plat lembaran maupun bentuk lain seperti: siku, U, H, C dan sebagainya.

Baja galvanis berasal dari kata galvanized steel yaitu pelapisan bahan anti karat pada baja dengan cara bahan baja tersebut dicelupkan ke bak cairan timah dan aluminium panas di pabrik (produsen) khusus baja. Pembuatan lapisan galvanis tersebut berguna agar bahan baja dapat lebih tahan dan kuat dalam jangka waktu sangat lama atau terhindar dari terjadinya pengaruh karat.

- **Fungsinya**

  Baja galvanis mempunyai banyak manfaat, tergantung keperluannya, misalnya bila membahas bahan pipa, tentu bahan pipa galvanis dibuat sebagai penyalur utama bahan gas, air, minyak, uap atau gas agar instalasinya kuat, aman dan tahan lama.

  Pada beberapa keperluan lain, bahan ini juga digunakan sebagai konstruksi: misalnya penopang/ tiang dan sebagainya, tergantung kebutuhan penggunanya.

- **Jenis, spesifikasi dan keistimewaan bahan dan fiting**

  Pipa galvanis atau Galvanised pipe sering ditulis dengan GIP=Galvanised Iron Pipe atau G.I=Galvanised Iron.

  Spesifikasi Pipa Galvanis terdiri dari beberapa jenis yang merupakan spesifikasi selain diameter dan ukuran panjang seperti yang akan dijelaskan berikut:

  - satuan ukuran dengan m, kaki (feet/fit), cm, inci hingga milimeter.
  - Diameter atau dia (lambang Ø),
  - Jenis Ø yang umum dikerjakan oleh pipe fitter adalah:

    Ø ½ “, ¾ “, 1”, 1½ “,2”, 2½”, 3”, 4”, 6”, 8”, 10” dst dan panjangnya 6 m.

  Dengan ketebalan pipa bervariasi tergantung atas pemesanan seperti jenis/tipe schedule/ketebalan dinding pipa seperti: mulai dari: 1mm, 1½mm, 2mm dst.

  Tipe schedule:

  Atau dengan klas Medium A, Medium B dan Non Medium. Hal ini dapat dibedakan dari berat/bobot bahan saat di angkat, akan lebih berat bila nomor medium lebih besar dengan ukuran diameter sama.

Keuntungan pipa galvanis :

1.tahan pecah

2.tahan lama

3.sambungannya menggunakan ulir

4.permukaannya kuat

Panjang Uliran Pipa

Ø pipa (inchi)	Jumlah ulir per inchi	Panjang ulir (mm)
½	14	19
¾	14	19
1	11 ½	22
1 ¼	11 ½	25
1 ½	11 ½	25
2	11 ½	25
2 ½	8	38
3	8	38
4	8	41

2) Pipa PVC



PVC,Polivinil klorida (IUPAC: Poli(kloroetanadiol), adalah polimer termoplastik urutan ketiga dalam hal jumlah pemakaian di dunia, setelah polietilena dan polipropilena. Di seluruh dunia, lebih dari 50% PVC yang diproduksi dipakai dalam konstruksi. Sebagai bahan bangunan, PVC relatif murah, tahan lama, dan mudah dirangkai. PVC bisa dibuat lebih elastis dan fleksibel dengan menambahkan plasticizer, umumnya ftalat. PVC yang fleksibel umumnya dipakai sebagai bahan pakaian, perpipaan, atap, dan insulasi kabel listrik.

PVC diproduksi dengan cara polimerisasi monomer vinil klorida ($CH_2=CHCl$). Karena 57% massanya adalah klor, PVC adalah polimer yang menggunakan bahan baku minyak bumi terendah di antara polimer lainnya.

Proses produksi yang dipakai pada umumnya adalah polimerisasi suspensi. Pada proses ini, monomer vinil klorida dan air diintroduksi ke reaktor polimerisasi dan inisiator polimerisasi, bersama bahan kimia tambahan untuk menginisiasi reaksi. Kandungan pada wadah reaksi terus-menerus dicampur untuk mempertahankan suspensi dan memastikan keseragaman ukuran partikel resin PVC. Reaksinya adalah eksotermik, dan membutuhkan mekanisme pendinginan untuk mempertahankan reaktor pada temperatur yang dibutuhkan. Karena volume berkontraksi selama reaksi (PVC lebih padat dari pada monomer vinil klorida), air secara kontinu ditambah ke campuran untuk mempertahankan suspensi.

Ketika reaksi sudah selesai, hasilnya, cairan PVC, harus dipisahkan dari kelebihan monomer vinil klorida yang akan dipakai lagi untuk reaksi berikutnya. Lalu cairan PVC yang sudah jadi akan disentrifugasi untuk memisahkan kelebihan air. Cairan lalu dikeringkan dengan udara panas dan dihasilkan butiran PVC. Pada operasi normal, kelebihan monomer vinil klorida pada PVC hanya sebesar kurang dari 1 PPM.

Proses produksi lainnya, seperti suspensi mikro dan polimerisasi emulsi, menghasilkan PVC dengan butiran yang berukuran lebih kecil, dengan sedikit perbedaan sifat dan juga perbedaan aplikasinya.

Produk proses polimerisasi adalah PVC murni. Sebelum PVC menjadi produk akhir, biasanya membutuhkan konversi dengan menambahkan heat stabilizer, UV stabilizer, pelumas, plasticizer, bahan penolong proses, pengatur termal, pengisi, bahan penahan api, biosida, bahan pengembang, dan pigmen pilihan.

Pipa PVC (Polyvinyl Chloride) adalah pipa plastik yang terbuat dari gabungan materi vinyl yang menghasilkan pipa yang ringan, kuat, tidak berkarat dan tahan lama. Hanya digunakan untuk intalasi air dingin saja.

- **Fungsinya**

  Pipa PVC yaitu jenis pipa plastik, umumnya digunakan sebagai bahan penyalur air dingin dan air limbah ringan dan berat, terutama cairan kimia sebab bahan pipa ini sangat baik untuk bahan cairan yang sifatnya menimbulkan reaksi tertentu dengan ada tidaknya perubahan suhu.

- **Jenis, spesifikasi dan keistimewaan bahan dan fiting**

  Fiting PVC seperti terlihat dalam gambar merupakan bahan pelengkap instalasi pipa pada sistem pemasangan sanitasi plambing. Seperti sistem pemasangan pipa air limbah pada suatu sistem bangunan perumahan, perkantoran maupun gedung industrial berstandar, baik tingkat nasional dan internasional.

- **Klasifikasi Pipa PVC**

  Pipa PVC (polyvinyl clorida) dalam pekerjaan ini dipergunakan untuk instalasi air bersih maupun air kotor, pipa PVC dibagi dalam 4 kelas yaitu :

  - Kelas AW (VP) dengan tekanan kerja 10 kg/cm2.
  - Kelas A2 dengan tekanan kerja 8 kg/cm2.
  - Kelas D (VU) dengan tekanan kerja 5 kg/cm2.
  - Kelas C untuk saluran kabel listrik.

Panjang standar pipa PVC adalah 4 m dan 6 m per batangg. Pipa PVC kelas AW (VP) and AZ digunakan untuk instalasi air bersih, saluran pembuangan, irigasi, pembuangan dan ventilasi pada gedung, saluran bahan kimia dan sprinkler. Pipa PVC kelas A2 dan D (VU) digunakan untuk pembuangan irigasi pembuangan pada jalan raya, pembuangan pada bangunan, pipa PVC kelas C digunakan untuk instalasi listrik dan penerangan.

- **Sejarah**

PVC ditemukan secara tidak sengaja oleh Henri Victor Regnault pada tahun 1835 dan Eugen Baumann di tahun 1872. Di awal abad ke 20, ahli kimia Rusia, Ivan Ostromislensky dan Fritz Klatte dari perusahaan kimia Jerman Griesheim-Elektron mencoba menetapkan penggunaan PVC sebagai produk komersial. Tetapi, kesulitan pengkakuan bahan menghalangi usaha mereka. Pada tahun 1926, Waldo Semon dan perusahaan B. F. Goodrich mengembangkan metode menjadikan PVC 'benar-benar plastik' dengan menambahkan berbagai bahan

tambahan. Hasilnya, PVC menjadi lebih fleksibel dan lebih mudah diproses yang lalu mencapai penggunaan secara luas.

- **Aplikasi**

Sifat PVC yang menarik membuatnya cocok untuk berbagai macam penggunaan. PVC tahan secara biologi dan kimia, membuatnya menjadi plastik yang dipilih sebagai bahan pembuat pipa pembuangan dalam rumah tangga dan pipa lainnya di mana korosi menjadi pembatas pipa logam.

Dengan tambahan berbagai bahan anti tekanan dan stabilizer, PVC menjadi bahan yang populer sebaga bingkai jendela dan pintu. Dengan penambahan plasticizer, PVC menjadi cukup elastis untuk digunakan sebagai insulator kabel.

- **Pakaian**

PVC telah digunakan secara luas pada bahan pakaian, yaitu membuat bahan serupa kulit. PVC lebih murah dari karet, kulit, atau lateks sehingga digunakan secara luas. PVC juga waterproof sehingga dijadikan bahan pembuatan jaket, mantel, dan tas.

- **Kabel listrik**

PVC yang digunakan sebagai insulasi kabel listrik harus memakai plasticizer agar lebih elastis. Namun jika terpapar api, kabel yang tertutup PVC akan menghasilkan asap HCl dan menjadi bahan yang berbahaya bagi kesehatan. Aplikasi di mana asap adalah bahaya utama (terutama di terowongan), PVC LSOH (low smoke, zero halogen) adalah bahan insulasi yang pada umumnya dipilih.

- **Perpipaan**

Secara kasar, setengah produksi resin PVC dunia dijadikan pipa untuk berbagai keperluan perkotaan dan industri. Sifatnya yang ringan, kekuatan tinggi, dan reaktivitas rendah, menjadikannya cocok untuk berbagai keperluan. Pipa PVC juga bisa dicampur dengan berbagai larutan semen atau disatukan dengan pipa HDPE oleh panas,menciptakan sambungan permanen yang tahan kebocoran.

- **Kesehatan dan keamanan**

Plasticizer ftalatbanyak produk vinil mengandung bahan kimia tambahan untuk mengubah konsistensi kimia dari produk. Beberapa dari bahan tambahan kimia ini dapat keluar dari PVC

ketika digunakan. Plasticizer yang ditambahkan untuk memfleksibelkan PVC telah menjadi suatu kekhawatiran.

Bahan PVC yang lembut pada mainan telah dibuat untuk bayi beberapa tahun lamanya, menjadi suatu kekhawatiran bahwa bahan tambahan keluar dari mainan menuju tubuh anak yang mengunyah mainan tersebut. Ftalat adalah bahan yang mengganggu hormon manusia dan juga mengganggu berbagai bentuk kehidupan lainnya seperti ikan dan invertebrata. DEHP (dietilheksil ftalat), salah satu bahan pelembut PVC telah dilarang penggunaannya oleh Uni Eropa pada tahun 2006. Berbagai perusahaan Amerika Serikat juga telah menghentikan penggunaan DEHP secara sukarela.

Pada September 2002, FDA menemukan banyaknya peralatan medis yang menggunakan PVC yang mengandung DEHP. Pada tahun 2004, tim gabungan peneliti Swedia dan Denmark meneliti pengaruh level kandungan udara terhadap DEHP dan BBzP(butil benzil ftalat) yang dipakai di rumah tangga terhadap alergi pada anak-anak. Lalu di bulan Desember 2006, Uni Eropa menyatakan bahwa BBzP tidak berbahaya bagi konsumen termasuk anak-anak.

Monomer vinil klorida

Di awal tahun 1970, Dr. John Creech dan Dr. Maurice Johnson adalah yang pertama kali menyadari bahaya monomer vinil klorida terhadap risiko penyakit kanker. Para pekerja di bagian polimerisasi PVC didiagnosa menderita angiosarkoma hati yang merupakan penyakit langka. Sejak saat itu, dilakukan studi terhadap para pekerja di fasilitas polimerisasi PVC di Australia, Italia, Jerman, dan Inggris, dan ditemukan kondisi yang serupa.

Daur ulang

Daur ulang PVC saat ini tidaklah populer karena biaya untuk menghancurkan dan memproses kembali resin PVC lebih mahal dari pada membuat resin PVC dari bahan bakunya. Beberapa pembuat PVC telah menempatkan program daur ulang PVC, mendaur ulang sampah PVC kembali menjadi produk baru sebagai upaya untuk mengurangi perluasan lahan pembuangan sampah. Proses depolimerisasi termal bisa dengan aman dan efisien mengubah PVC menjadi bahan bakar, namun hal ini tidak dilakukan secara luas.

- **Pengertian Pipa PVC**

Pipa PVC dibuat dari polyvinyl chloride yang pada umumnya digunakan sebagai saluran air dalam suatu proyek perumahan atau gedung atau jalan dll. Pipa PVC ini sifatnya keras, ringan, dan kuat. Karena penginstalannya mudah, maka sangatlah ideal jika digunakan untuk saluran dibawah sink dapur, kamar mandi, dll. Bahkan penggunaan pipa PVC ini dapat bekerja lebih

baik daripada menggunakan pipa besi yang perlu disolder, juga tahan terhadap hampir semua alkalin atau zat beracun serta mudah dipasang.

Pipa PVC (PolyVinyl Chloride) merupakan polier termoplastik urutan ketiga dalam hal jumlah pemakaian di dunia, setelah polietilena dan polipropilena. Pipa PVC pada umumnya digunakan sebagai saluran air dalam suatu proyek perumahan atau gedung atau jalan dll. Pipa PVC ini sifatnya keras, ringan, dan kuat. Karena penginstalannya mudah, maka sangatlah ideal jika digunakan untuk saluran dibawah zink dapur, kamar mandi, dll. Bahkan penggunaan pipa PVC ini dapat bekerja lebih baik daripada menggunakan pipa besi yang perlu disolder, juga tahan terhadap hampir semua alkalin atau zat beracun serta mudah dipasang.

- **Proses Produksi Pipa PVC**

Pipa PVC diproduksi dengan cara polimerisasi monomer vinil klorida ($CH_2{=}CHCl$). Karena 57% massanya adalah klor, PVC adalah polimer yang menggunakan bahan baku minyak bumi terendah di antara polimer lainnya. Proses produksi yang dipakai pada umumnya adalah polimerisasi suspensi. Pada proses ini, monomer vinil klorida dan air diintroduksi ke reaktor polimerisasi dan inisiator polimerisasi, bersama bahan kimia tambahan untuk menginisiasi reaksi. Kandungan pada wadah reaksi terus-menerus dicampur untuk mempertahankan suspensi dan memastikan keseragaman ukuran partikel resin PVC. Reaksinya adalah eksotermik, dan membutuhkan mekanisme pendinginan untuk mempertahankan reaktor pada temperatur yang dibutuhkan. Karena volume berkontraksi selama reaksi (PVC lebih padat dari pada monomer vinil klorida), air secara kontinu ditambah ke campuran untuk mempertahankan suspensi. Ketika reaksi sudah selesai, hasilnya, cairan PVC, harus dipisahkan dari kelebihan monomer vinil klorida yang akan dipakai lagi untuk reaksi berikutnya. Lalu cairan PVC yang sudah jadi akan disentrifugasi untuk memisahkan kelebihan air. Cairan lalu dikeringkan dengan udara panas dan dihasilkan butiran PVC. Pada operasi normal, kelebihan monomer vinil klorida pada PVC hanya sebesar kurang dari 1PPM.

Proses produksi lainnya, seperti suspensi mikro dan polimerisasi emulsi, menghasilkan PVC dengan butiran yang berukuran lebih kecil, dengan sedikit perbedaan sifat dan juga perbedaan aplikasinya. Produk proses polimerisasi adalah PVC murni. Sebelum PVC menjadi produk akhir, biasanya membutuhkan konversi dengan menambahkan heat stabilizer, UV stabilizer, pelumas, plasticizer, bahan penolong proses, pengatur termal, pengisi, bahan penahan api, biosida, bahan pengembang, dan pigmen pilihan.

- **Kelas Pipa PVC**

Pipa PVC standar SNI 06-0084-2002/ISO 4422 yang digunakan pada proyek-proyek pemerintah (PU dan PDAM) terdiri atas beberapa pengelompokan standar, yaitu :

- Pipa standar S-6.3, yaitu pipa PVC yang memiliki ukuran 1/2" sampai 16". Untuk pipa ukuran 1/2" sampai 2" dirancang mampu menahan tekanan air dari dalam sampai 16 bar. untuk pipa ukuran 2,5" sampai 16" dirancang mampu menahan tekanan air dari dalam sampai 20 bar.
- Pipa standar S-8, yaitu pipa PVC yang memiliki ukuran 3/4" sampai 20". Untuk pipa ukuran 3/4" sampai 2" dirancang mampu menahan tekanan air dari dalam sampai 12,5 bar. untuk pipa ukuran 2,5" sampai 20" dirancang mampu menahan tekanan air dari dalam sampai 16 bar.
- Pipa standar S-10, yaitu pipa PVC yang memiliki ukuran 1" sampai 24". Untuk pipa ukuran 1" sampai 2" dirancang mampu menahan tekanan air dari dalam sampai 10 bar. untuk pipa ukuran 2,5" sampai 24" dirancang mampu menahan tekanan air dari dalam sampai 12,5 bar.
- Pipa standar S-12,5, yaitu pipa PVC yang memiliki ukuran 1,25" sampai 24". Untuk pipa ukuran 1,25" sampai 2" dirancang mampu menahan tekanan air dari dalam sampai 8 bar. untuk pipa ukuran 2,5" sampai 24" dirancang mampu menahan tekanan air dari dalam sampai 10 bar.
  a. Pipa standar S-16, yaitu pipa PVC yang memiliki ukuran 1,25" sampai 24". Untuk pipa ukuran 1,25" sampai 2" dirancang mampu menahan tekanan air dari dalam sampai 6,3 bar. untuk pipa ukuran 2,5" sampai 24" dirancang mampu menahan tekanan air dari dalam sampai 8 bar.
  b. Pipa PVC standar JIS K6741-75 yang digunakan pada proyek-proyek gedung bertingkat, bandara dll, terdiri dari kelas VU dan VP, yaitu :
  c. Pipa kelas VU yaitu pipa yang dirancang mampu menahan tekanan air dari dalam sampai 5 bar dan memiliki ukuran 1,5" sampai 14". Biasanya dipakai untuk pipa ventilasi.
  d. Pipa kelas VP yaitu pipa yang dirancang mampu menahan tekanan air dari dalam sampai 10 bar dan memiliki ukuran 1/2" sampai 12". Biasanya dipakai untuk pipa instalasi air bersih, air kotor dan air bekas.

Pipa PVC dipasaran diklasifikasikan terdiri dari pipa AW, D dan C/O yaitu :

- Pipa kelas AW yaitu pipa yang dirancang mampu menahan tekanan air dari dalam sampai 10 bar dan memiliki ukuran 1/2" sampai 12". Biasanya dipakai untuk instalasi pipa air bersih, instalasi air kotor dan air bekas.

- Pipa kelas D yaitu pipa yang dirancang mampu menahan tekanan air dari dalam sampai 5 bar dan memiliki ukuran 1,25" sampai 12". Biasanya dipakai untuk pipa ventilasi.
- Pipa kelas C/OD yaitu pipa yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan masyarakat akan perlunya pelindung atau selubung untuk kabel listrik dan telekomunikasiatau untuk penyaluran air tanpa tekanan dan memiliki ukuran 5/8" sampai 4".
- Pipa PVC standar Telkom STEL - I - 008 terdiri dari pipa type I, type III dan type khusus.

PVC memiliki banyak keuntungan, yakni:

- Penginstalannya mudah.
- Tahan terhadap bahan kimia
- Sangat kuat
- Memiliki daya tahan korosi.
- Daya konduksi panas yang rendah
- Biaya instalasinya rendah
- Hampir bebas pemeliharaan (virtually free maintenance)

- **Pemotongan**

PVC dapat dipotong dengan mudah. Anda dapat memotong dengan gergaji besi, tetapi penggunaan abrasive disk sangat dianjurkan untuk mendapatkan potongan yang baik dan lurus. Dan ingat, rangkaian pipa yang potongannya tidak lurus bisa menyebabkan rangkaiannya mudah terlepas.

Cobalah untuk mengukur dua kali dan potong sekali. Setelah pemotongan, bersihkan semua serutan diujung pipanya baik dari dalam maupun luar. Setelah pipa dipotong dengan ukuran yang tepat, taruhlah beserta alat2 sambungannya di permukaan lantai untuk menentukan apakah panjangnya sudah benar. Jika panjangnya sudah benar, siap untuk melanjutkan instalasi.

- **PVC Cleaners dan semen**

Untuk menghubungkan pipa PVC satu sama lain diperlukan semen khusus yang biasa kita sebut lem PVC. Pertama, pipa harus dibersihkan sampai benar-benar bersih, lalu olesi bagian dalam alat sambungannya dengan semen, segera memasukkan pipa PVC, dan putar pipa 1/4 lingkaran untuk memastikan kalau semen sudah betul-betul menutupi pipa. Pastikan arah joinnya sudah terpasang benar.

Setelah pipa ditaruh di tempat yang telah ditentukan dan anda sudah memastikan ukuran panjang pipanya dengan tepat, pasanglah gantungan untuk menyangga pipa. Ini mengurangi beban di sendi yang mungkin dapat menyebabkan kebocoran. Ikuti standarisasi pengukuran jarak dari gantungan ke gantungan, pastikan untuk dapat di ekspansi dan kontraksi dan pastikan juga untuk melindungi pipa dari paku, screws atau bahan-bahan abrasive.

Pipa PVC dapat dihancurkan dan dikembalikan melalui extruder proses untuk memproduksi pipa yang baru. Tapi jangan kuatir karena pipa PVC ini kuat dan tahan lama yang menyebabkan jarang sekali didaur ulang.

Pipa PVC adalah stabilizers yang berfungsi untuk melindungi serangan sinar UV yang ada pada sinar matahari. Mungkin beberapa perubahan warna bisa saja terjadi, ini disebabkan adanya dampak perlawanan dari sifat kandungan tersebut. Cara mengatasinya cobalah untuk mengecat pipa dengan cat latex yang tidak mengandung minyak, masalah ini sudah bisa terselesaikan.

PipaPVC akan mencair jika terkena suhu tinggi. Namun, proses itu segera berhenti ketika sumber api sudah tidak ada. Studi menunjukkan bahwa kurang dari 1% kalau pipa PVC adalah penyebab kebakaran dari semua bahan-bahan yang mudah terbakar dalam sebuah bangunan.

Pipa PVC mudah dipasang. Berat yang ringan akan memudahkan tukang pipa untuk menangani. Ketika melakukan penggantian pipa saluran air di sebuah bangunan, cobalah untuk mengunakan pipa PVC.

Sumber : dannyprijadi.wordpress.com

- **Bahan baku PVC**

  a) Bahan baku yang diperlukan untuk pembuatan resin PVC adalah gas chlorine dan ethylene. Gas chlorine didapat dari garam dapur, dan ethylene dihasilkan dari minyak bumi. Porsi chlorine adalah 57% dari keseluruhan berat PVC, jadi PVC termasuk bahan plastik dengan ketergantungan yang rendah terhadap minyak bumi yang ketersediaannya kian hari kian menipis.

  b) Pembuatan PVC memerlukan sangat sedikit energi. Studi menunjukkan bahwa energi yang digunakan untuk memproduksi PVC jauh lebih kecil dibanding energi yang digunakan untuk memproduksi bahan-bahan jenis lain. Pembuatan PVC hanya memerlukan 40% dari energi yang diperlukan untuk memproduksi besi baja dan hanya 13% dari energi yang diperlukan untuk memproduksi aluminium. PVC juga menggunakan paling sedikit komponen minyak bumi dibanding bahan plastik yang lain.

c) Bahan PVC juga memiliki kontribusi terhadap pelestarian hutan tropis. Jika kayu hutan tropis digunakan sebagai bahan baku pembuatan jendela dan pintu, maka hutan tropis harus dikelola dengan baik untuk menjamin kelestariannya. Jika tidak, yang akan terjadi adalah eksploitasi terus menerus yang mengakibatkan musnahnya hutan tropis. PVC adalah bahan yang populer digunakan untuk produk jendela rumah.

d) Melalui teknologi bahan-bahan aditif, PVC dapan dibentuk menjadi produk-produk bermanfaat dengan variasi sifat yang sangat beragam: keras, lunak dan transparan; menghasilkan produk-produk yang begitu beragam, mulai dari pipa dengan berbagai ukuran dan spesifikasi kekuatan, peralatan medis, berbagai kemasan makanan maupun non-makanan, kulit imitasi, automotive parts, selang dan kabel, electronics parts, dan lain-lain.

- **Plasticizer (Phthalates)**

  a. Phthalates adalah sekelompok zat cair tak berbau yang digunakan sebagai plasticizer, yaitu salah satu additive PVC untuk menghasilkan produk PVC yang bersifat lunak/fleksibel seperti.kulit imitasi, sepatu, taplak meja transparan, dan lain-lain. Jenis plasticizer yang populer digunakan diantaranya DEHP/DOP, DINP, DIDP.

  b. Selain digunakan dalam sebagian produk dari bahan PVC, phthalates juga digunakan dalam produk-produk lain seperti karet, cat, tinta cetak, adhesive, lubricant dan beberapa jenis kosmetika.

  c. Tak ada satupun dari phthalates yang terbukti bersifat karsinogen (dapat menyebabkan penyakit kanker).

  d. Rumor yang juga banyak beredar adalah bahwa phthalates dapat menyebabkan tumor. Sumber dari rumor ini adalah suatu penelitian dimana tikus-tikus diberi makanan yang mengandung DOP dalam jumlah beribu-kali lipat dari yang mungkin terkonsumsi dalam kehidupan sehari-hari seekor tikus. Akibat dari konsumsi DOP dalam jumlah yang luar biasa besar ini adalah timbulnya tumor pada hati tikus. Ketika dalam percobaan lain DOP diberikan kepada beberapa jenis monyet, ternyata tidak mengakibatkan kelainan apapun. Monyet dianggap memiliki metabolisme yang lebih menyerupai metabolisme manusia. Saat ini dunia ilmiah mengakui bahwa phthalates dapat menyebabkan tumor pada tikus melalui mekanisme metabolisme yang tidak terdapat pada tubuh manusia.

  e. Rumor yang beredar juga menyebutkan bahwa phthalate dapat menyebabkan gangguan fungsi hormon, berkurangnya jumlah sperma pada pria dan gangguan

reproduksi lainnya. Sumber dari rumor ini adalah suatu hipothesa bahwa ada zat-zat kimia yang dapat menyerupai fungsi hormon wanita (estrogen). Zat-zat inilah yang diduga menyebabkan banyak kasus berkurangnya jumlah sperma pada pria. Akan tetapi hingga hari ini hipothesa tersebut masih berupa hipothesa, tanpa dapat dibuktikan kebenarannya. Banyak studi telah dilakukan pada species tikus, dengan kesimpulan bahwa berbagai jenis phthalates tidak menyebabkan gangguan hormonal.

f. Penggunaan DEHP/DOP dalam produk peralatan medis telah menjadi sesuatu yang vital bagi industri kesehatan. PVC yang menggunakan plasticizer DEHP telah menjadi pilihan utama dalam banyak aplikasi medis, seperti selang infus, kantung darah dll, karena sifatnya yang transparan, ekonomis, kuat, fleksibel/lunak, mudah disterilisasi dan tidak mengerut. Di Eropa DEHP adalah satu-satunya plasticizer yang penggunaannya direkomendasikan oleh European Pharmacopoeia. Penggunaan DEHP/DOP secara aman selama puluhan tahun dalam dunia medis merupakan bukti keamanan penggunaan bahan ini sehingga seharusnya tak perlu dikhawatirkan lagi.

g. Phthalates tidak termasuk zat organic yang terakumulasi di lingkungan sekitar. Walaupun phthalates ditemukan tersebar di lingkungan sekitar, tapi jumlahnya amat sedikit karena molekul phthalates di alam terdegradasi oleh cahaya matahari dan juga secara biologis. Saat ini telah banyak hasil penelitian yang menunjukkan bahwa phthalates tidak mendatangkan resiko kepada kesehatan manusia maupun kelestarian lingkungan hidup.

   Dalam European Union Official Journal (April 2006), Uni Eropa mengumumkan bahwa dua jenis plasticizer yang paling banyak digunakan diisononyl phthalate (DINP) dan diisodecyl phthalate (DIDP) tidak tergolong sebagai zat berbahaya dan tak menimbulkan resiko pada manusia maupun alam sekitarnya.

h. Petisi yang dilakukan oleh beberapa kelompok Environ- mentalist di Amerika Serikat untuk melarang penggunaan PVC dalam produk mainan anak-anak ternyata ditolak oleh The United States Consumer Product Safety Commission (CPSC) (February 2003). CPSC menyatakan bahwa tak ada bukti-bukti ilmiah yang menunjukkan bahwa penggunaan bahan PVC pada mainan anak-anak dapat menimbulkan resiko kesehatan.

i. Tak ada bahan beracun yang layak dikonsumsi manusia. Segala jenis bahan yang terbukti beracun memang seharusnya dilarang. Sebaliknya, bahan yang bermanfaat

yang tidak terbukti beracun selayaknya dapat terus digunakan untuk melayani kebutuhan masyarakat, apalagi bahan tersebut telah digunakan selama puluhan tahun.

http://pvcpipa.blogspot.com/

- **Macam-macam ukuran dan fungsi Pipa PVC**

Dibawah ini macam-macam ukuran pipa PVC dgn standard JIS (satuan inch) yg dimulai dari AW 1/2″ sampai AW 10″ (atau lebih), D 1 1/4″ sampai D 10″ (atau lebih) dan C 5/8″ sampai C 5″

TIPE UKURAN SETIAP PIPA		
AW 1/2″	D 1 1/4″	C 5/8″
AW 3/4″	D 1 1/2″	C 1/2″
AW 1″	D 2″	C 3/4″
AW 1 1/4″	D 2 1/2″	C 1″
AW 1 1/2″	D 3″	C 1 1/4″
AW 2″	D 4″	C 1 1/2″
AW 2 1/2″	D 5″	C 2″
AW 3″	D 6″	C 2 1/2″
AW 4″	D 8″	C 3″
AW 5″	D 10″	C 4″
AW 6″		C 5″
AW 8″		

AW 10″		

Keterangan :

AW = tingkat ketebalan yg paling tinggi, digunakan tuk perairan yg memiliki tekanan (seperti pakai pompa)

D = tidak terlalu tebal, bisa tuk tekanan yg tidak terlalu besar atau bisa dipakai tuk buangan.

C = paling tipis, biasanya tuk buangan air, tidak bisa tuk tekanan

Dibawah ini makna dari angka dibelakang kode AW/D/C

5/8″ 17 mm

1/2″ 22 mm

3/4″ 26 mm 1″ 32 mm

1 1/4″ 42 mm

1 1/2″ 48 mm

2″ 60 mm

2 1/2″ 76 mm

3″ 89 mm

4″ 114 mm

5″ 140 mm

6″ 165 mm

8″ 216 mm

10″ 267 mm

Berikut Beberapa Fungsi Yg Bisa Didapat Dari PVC

C 5/8: tuk pelindung kabel listrik

AW 1/2, ¾: biasa dipakai tuk supply air di rumah tangga. Tuk ukuran yg lebih besar biasanya dipakai kalau memang membutuhkan debit air yg lebih besar.

D 2 1/2, 3, 4: biasa dipakai tuk air buangan di rumah tangga. Bisa saja pakai C tapi lebih baik gunakan type D kalau pipanya tidak ditanam di tembok, takutnya kalau ada apa-apa misalnya wc buntu dan perlu disedot, bisa pecah kalau tidak kuat.

C 3, 4: biasa tuk pembuangan air yg memiliki tekanan rendah

sumber: dannyprijadi.wordpress.com

http://karpetbasah.blogspot.com/2012/01/mengenal-macam-macam-ukuran-dan-fungsi.html

- **Sifat-sifat pipa PVC :**

- 1.permukaan licin
- 2.kuat
- 3.mudah dibentuk
- 4.tahan karat jika tidak terkelupas
- 5.Pipa PVC mempunyai banyak kelebihan daripada pipa galvanis, adapun keuntungan pipa PVC dibandingkan dengan pipa galvanis adalah :
- Ringan, tahan karat, dan permukaan dalamnya licinElastisitasnya tinggi
- Tidak mudah terbakar
- Beratnya 1/5 kali berat pipa galvanis
- Dapat dipakai sebagai isolasi yang baik
- Kekuatannya cukup besar
- Tahan terhadap zat kimia
- Mudah dibentuk
- Meskipun pipa PVC banyak kelebihan dibandingkan dengan pipa galvanis, tetapi pipa PVC juga mempunyai kekurangan, yaitu :
  Tidak tahan panas
- Mudah pecah karena dibuat dari plastic
- Pipa yang sudah dibentuk sulit diubah kembali.

Diposkan oleh jenggot kambing on Selasa, 24 Januari 2012

3. Pipa HDPE



Pipa HDPE (high-density polyethylene) adalah pipa yang terbuat dengan bahan polyethylene dengan kepadatan tinggi sehingga jenis pipa yang dihasilkan dapat menahan daya tekan yang lebih tinggi. Karakteristik pipa HDPE adalah kuat, lentur/flexible dan tahan terhadap bahan kimia.

Polietilena berdensitas tinggi (High density polyethylene, HDPE) adalah polietilena termoplastik yang terbuat dari minyak bumi. Membutuhkan 1,75 kg minyak bumi (sebagai energi dan bahan baku) untuk membuat 1 kg HDPE. HDPE dapat didaur ulang, dan memiliki nomor 2 pada simbol daur ulang. Pada tahun 2007, volume produksi HDPE mencapai 30 ton. HDPE memiliki percabangan yang sangat sedikit, hal ini dikarenakan pemilihan jenis katalis dalam produksinya (katalis Ziegler-Natta) dan kondisi reaksi. Karena percabangan yang sedikit, HDPE memiliki kekuatan tensil

dan gaya antar molekul yang tinggi. HDPE juga lebih keras dan bisa bertahan pada temperatur tinggi (120 oC). HDPE sangat tahan terhadap bahan kimia sehingga memiliki aplikasi yang luas, diantaranya:

- Kemasan deterjen
- Kemasan susu
- Tanki bahan bakar
- Kayu plastik
- Meja lipat
- Kursi lipat
- Kantong plastik
- Wadah pengangkut beberapa jenis bahan kimia

• Sistem perpipaan transfer panas bumi
• Sistem perpipaan gas alam
• Pipa air
• Pembungkus kabel
• Papan luncur salju

- **Fungsinya**

  P E dapat digunakan pada penyambungan zat cair (khususnya air bersih) atau bahan lain yang sesuai.

- **Jenis, spesifikasi dan keistimewaan bahan dan fiting**

  Spesifikasi ukuran diameter kebanyakan yang diproduksi mulai dari ½ " sampai sekitar 4". Dengan bentuk gulungan. Dari tampak/visualnya kelihatan gelap kehitaman.

- **Karakteristik PIPA HDPE**

- Memiliki fleksibilitas tinggi (kekuatan tensil > 22 mPa dan elasitas > 700%).
- Memiliki kemampuan dalam menahan benturan (Impact Strength).
- Memiliki ketahanan akan temperatur rendah bahkan temperatur air beku.
- Ringan (mengapung di air) dengan densitas = 0.94 gr/cm3, sehingga mudah dalam penanganan dan transportasi.
- Metode penyambungan yang cepat dan mudah.
- Tahan terhadap korosi dan abrasi.
- Permukaan halus, akan meminimalisasi hilangnya tekanan.
- Sangat disarankan untuk distribusi air minum (bersahabat dengan lingkungan).
- Jangka waktu pemakaian 50 tahun.

Buttfusion fitting adalah Butt Fusion join adalah penyambungan pipa/fitting HDPE yang menggunakan tehnik pemanasan dimana ujung kedua bagiannya dipertemukan dan dipanaskan serta menggunakan tekanan hydrolikfitting HDPE yang dipergunakan secara butt fusion dalam penyambungannya. Bentuk fitting butt fusion adalah :

• Elbow 45deg
• Elbow 90deg
• Tee Equal

- Tee Reduce
- Reducer
- Stub end

Diameter fitting sama dengan diameter pipa. Jadi fitting butt fusion bisa mencapai ukuran 1600mm, meskipun sangat jarang diperlukan. Material fitting butt fusion sama dengan material pipa yaitu HDPE atau PE atau PE100. Ada beberapa pabrikan yang memproduksi fitting dengan PE80, meskipun saat ini sudah mulai ditinggalkan. Keluhannya adalah titik leleh yang berbeda antara fitting dengan pipa.



Tee Reduce



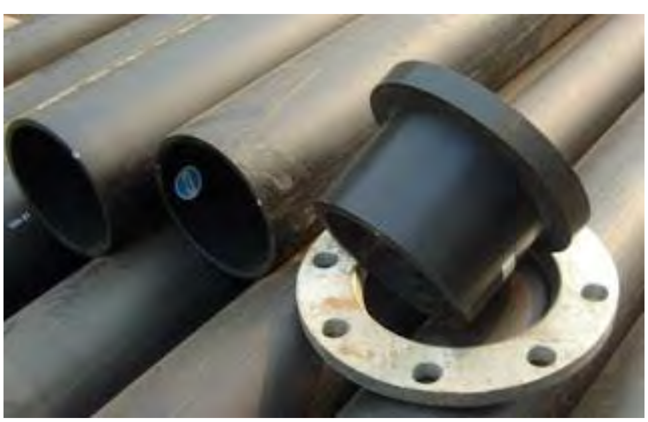
elbow 45deg



Long Elbow 90deg (spigot)



Stub End





SPESIFIKASI PIPA PE AIR BERTEKANAN SNI 06 – 4829 – 2005 / ISO 4427:2007

Diameter Nominal		Diameter luar (mm)	Tebal pipa (mm)				Panjang pipa per batang/roll (m)
			SDR-11	SDR-13.6	SDR-17	SDR-21	
			S-5	S-6.3	S-8	S-10	
mm	inch		PN 16	PN 12.5	PN 10	PN 8	
16	½"	20	1.9	1.6	-	-	100
20	¾"	25	2.3	1.9	1.6	-	100
25	1"	32	2.9	2.4	1.9	1.6	100
32	1¼"	40	3.7	3.0	2.4	1.9	100
40	1½"	50	4.6	3.7	3.0	2.4	100
50	2"	63	5.8	4.7	3.8	3.0	100
65	2½"	75	6.8	5.5	4.5	3.6	5,8 / 6 / 11,8 / 12 / 50 / 100
80	3"	90	8.2	6.6	5.4	4.3	5,8 / 6 / 11,8 / 12 / 50
100	4"	110	10.0	8.1	6.6	5.3	5,8 / 6 / 11,8 / 12 / 50
	5"	125	11.4	9.2	7.4	6.0	5,8 / 6 / 11,8 / 12
125	5½"	140	12.7	10.3	8.3	6.7	5,8 / 6 / 11,8 / 12
150	6"	160	14.6	11.8	9.5	7.7	5,8 / 6 / 11,8 / 12
	7"	180	16.4	13.3	10.7	8.6	5,8 / 6 / 11,8 / 12
200	8"	200	18.2	14.7	11.9	9.6	5,8 / 6 / 11,8 / 12
	9"	225	20.5	16.6	13.4	10.8	5,8 / 6 / 11,8 / 12
250	10"	250	22.7	18.4	14.8	11.9	5,8 / 6 / 11,8 / 12
	11"	280	25.4	20.6	16.6	13.4	5,8 / 6 / 11,8 / 12
300	12"	315	28.6	23.2	18.7	15.0	5,8 / 6 / 11,8 / 12
350	14"	355	32.2	26.1	21.1	16.9	5,8 / 6 / 11,8 / 12
400	16"	400	36.3	29.4	23.7	19.1	5,8 / 6 / 11,8 / 12
450	18"	450	40.9	33.1	26.7	21.5	5,8 / 6 / 11,8 / 12
500	20"	500	45.4	36.8	29.6	23.9	5,8 / 6 / 11,8 / 12
600	22"	560	50.8	41.2	33.2	26.7	5,8 / 6 / 11,8 / 12
	24"	630	57.2	46.3	37.3	30.0	5,8 / 6 / 11,8 / 12
700	28"	710	64.5	52.2	42.1	33.9	5,8 / 6 / 11,8 / 12
800	32"	800	72.6	58.8	47.4	38.1	5,8 / 6 / 11,8 / 12
900	36"	900	81.7	66.2	53.5	42.9	5,8 / 6 / 11,8 / 12
1.000	40"	1.000	90.2	72.5	59.3	47.7	5,8 / 6 / 11,8 / 12
1.200	48"	1.200	-	88.2	67.9	57.2	5,8 / 6 / 11,8 / 12
1.400	56"	1.400	-	102.9	82.4	56.7	5,8 / 6 / 11,8 / 12
1.600	64"	1.600	-	117.6	94.1	76.2	5,8 / 6 / 11,8 / 12

	PE 100	PE 80
	80	63
S.5	16	12.5
S.6.3	12.5	10
S.8	10	8

$$\sigma = \frac{MRS}{C} \qquad \sigma = \frac{P\,(D - e)}{2e}$$

$$\sigma = \frac{D}{SDR} \qquad P = \frac{\sigma}{S}$$

SDR = Standard Dimension Ratio (2 S + 1)

e = Tebal Pipa

PE 100 = MRS 100

PE 80 = MRS 80

Q = Kekuatan dinding pipa & daya tahan terhadap perubahan dimensi

MRS = Minimum Required Strength (daya tahan minimum)

c = Faktor Keamanan (1,25 untuk pipa air bertekanan)

D = Diameter luar pipa

P = Tekanan dalam pipa

S = Seri Pipa

*) Rol untuk SDR-17 atau yang lebih tebal

STANDARD PANJANG PIPA POLYETHYLENE

Diameter (mm)	**Meter / Roll**				**Meter / Batang**	
	50	**100**	**200**	**250**	**6**	**12**
20 – 25	●	●	●	●		
32	●	●	●			
40 – 63	●	●				
75 – 110	●					
125 – 1200					●	●



Pipa HDPE dipakai untuk: Pipa air Pipa gas Pipa zat kimia Pipa air kotor Pipa biogas

Perbedaan Pipa PVC dan pipa HDPE

PVC	HDPE
	
Pipa PVC digunakan untuk air dingin saja	Pipa HDPE dapat digunakan untuk air panas dan air dingin
Pipa PVC Harganya murah	Pipa HDPE Lebih mahal dari PVC
Pipa PVC banyak menggunakan sambungan	Pipa HDPE sedikit menggunakan sambungan/praktis
Pipa PVC (Polyvinyl Chloride) adalah pipa plastik yang terbuat dari materi vinyl yang menghasilkan pipa yang ringa, kuat tahan lama dan tidak berkarat	Pipa HDPE (high density polyethylene) adalah pipa yang terbuat dengan bahan polyethylene dengan kepadatan tinggi tinggi sehingga jenis pipa yang dihasilkan dapat menahan daya tekan yang lebih tinggi, kuat, lentur dan flexible tahan terhadap bahan kimia.
Pipa PVC kurang lentur/tidak flexible bentuk fisik batangan	Pipa HDPE lentur/flexible / roll / bisa digulung

Pipa PVC warna putih lebih tahan terhadap sinar ultra violet, tidak kuat menahan lumut, warna abu-abu tahan terhadap lumut tetapi menyerap sinar ultra violet	Pipa HDPE tidak punya potensi untuk mengkontaminasi air dan menjadi media tumbuhnya lumut
Pipa PVC bila kena sinar matahari akan berobah bentuk/benkok Pipa	HDPE tahan terhadap sinar matahari, tidak berobah bentuk.

4. **Pipa Baja (Steel Pipe)**



Pipa baja digunakan sebagai jalur pipa untuk pasokan energi, misalnya : air, gas, minyak, dan cairan mudah terbakar lainnya.

Dalam dunia industri, kegunaan pipa sangatlah dominan. Antara lain sebagai sistem transportasi berbagai produk industri. Oleh karena itu pemilihan material sangatlah penting mengingat fluida yang akan dialirkan mempunyai karakteristik yang berbeda-beda sehingga medianya (pipa) akan menyesuaikan.

A. Carbon Steel (Baja Karbon)

Baja diklasifikasikan menurut komposisi kimia yang terkandung di dalamnya. Pipa baja dan fitting merupakan paduan dari besi (Fe) dan karbon (C), dan mengandung karbon kurang dari 1,7%. Klasifikasi baja dalam tiga kelompok, yaitu: Carbon steel, low alloy steel dan high alloy steel.

Baja karbon terdiri dari besi, karbon kurang dari 1,7%, mangan kurang dari 1,65%, sejumlah silikon (Si), aluminium (Al), dan batas kontaminan seperti belerang (S), oksigen (O), nitrogen

(N), dan tidak ada batas minimal yang ditentukan untuk elemen seperti Al, Cr, Co, Ni, Mo, Ni [ASM, ASTM A 941].

Baja karbon adalah bahan pipa yang paling umum dalam industri power plant, kimia, proses, hidrokarbon dan pipa industri. Spesifikasi pipa baja karbon umum digunakan dalam steam operation, air atau udara termasuk ASTM A106 dan ASTM A53. Baja karbon yang umum untuk apliaksi pipeline adalah pipa API 5L. Baja ringan adalah baja karbon dengan kandungan karbon kurang dari 0,30%. Baja karbon menengah memiliki 0,30% sampai 0,60% karbon. Baja karbon tinggi memiliki karbon diatas 0,6%.

B. Alloy Steel (Baja Paduan)

Baja paduan adalah baja yang mengandung sejumlah elemen paduan,
seperti 0,3% kromium (Cr), nikel 0,3% (Ni), molibdenum 0,08% (Mo), dll
[ASTM A 941]. Baja paduan rendah adalah baja paduan yang mengandung kurang dari minimum persentase paduan yang didefinisikan.

Baja paduan umumnya dipakai dalam operasi temperatur tinggi dan tekanan tinggi seperti di pembangkit listrik, penukar panas dan tabung tungku, serta reaktor kimia. Contoh baja paduan rendah termasuk 0.5Cr-0.5Mo (ASTM A P2 335), LCR-0.5Mo (ASTM A 335 P12), 1.5Cr-0.5Mo (ASTM PLL 335), 2Cr-MOL (ASTM A 335 P3B), 2.25Cr-MOL (ASTM A 335 P22), 3Cr-MOL (ASTM A 335 P21). Baja paduan menengah mengandung antara 3% dan 10% Cr, seperti 4 sampai 9Cr - 0,5 untuk IMO (ASTM A 335 P5 ke P9).

Setiap elemen paduan memberikan fungsi yang khusus dalam meningkatkan sifat dari material properties-nya :

- Carbon (C) : meningkatkan kekuatan (yield dan ultimate) dan kekerasan.
- Mangan (Mn) : sebagai deoxidizer dan desulfurizer pada baja paduan. Menangkap kotoran sulfur, menghilangkan sifat rapuh dari besi sulfida, meningkatkan kekuatan pada proses hot-work. Jika kadar Mn/C > 3%, maka akan meningkatkan sifat thoughness/ketangguhan . Kadar diatas 0,8% cenderung memberikan sifat keras pada baja.
- Silicon (Si) : sebagai deoxidizer yang menangkap oksigen terlarut dan menghindari porositas. Meningkatkan castability.
- Chromium (Cr) : meningkatkan ketahanan terhadap abrasi dan keausan. Di atas 11,5% Cr akan membentuk lapisan oksida yang stabil. Cr juga meningkatkan ketahanan terhadap temperatur tinggi.
- Molibdenum (Mo) : meningkatkan sifat yield dan kekuatan terhadap temperatur tinggi.

- Nikel (Ni) : menyebabkan peningkatan yang signifikan dalam ketangguhan sifat getas dan fatigue strengt. Kadar diatas 7% menyebabkan struktur atom menjadi austenit pada suhu kamar.
- Aluminium (Al) : meningkatkan proses deoksidasi apabila dikombinasi dengan Silicon.
- Tembaga (Cu) : meningkatkan ketahanan terhadap korosi.
- Vanadium (V) : memurnikan biji baja, meningkatkan sifat mekaniknya. Meningkatkan ketahanan terhadap hidrogenisasi pada suhu tinggi.

Pengotor yang paling umum dalam unsur baja adalah sulfur dan fosfor. Sulfur (S) & Fosfor (P) adalah pengotor yang membentuk kerapuhan, yang akan membentuk besi-sulfida. Fosfor (P)

5. Pipa Tembaga



- **Sejarah**

Pada tahun 2750 SM, nenek moyang bangsa mesir telah menggunakan tembaga sebagai bahan saluran air (di daerah Abusin), dan kemudian digunakan secara luas oleh bangsa romawi untuk pipa-pipa saluran dan tangki-tangki air. Contoh-contoh yang sangat baik dari penggunaan tembaga pada instalasi plambing dapat dilihat pada peninggalan arkeologi Herculaneum yang hancur akibat letusan gunung Vesuvius pada tahun 79 Masehi. Tembaga digunakan kembali sebagai bahan plambing pada awal abad 20, tetapi karena harganya yang relatif mahal, maka penggunaannya hanya terbatas pada bangunan-bangunan umum yang penting seperti rumah sakit, dimana biaya investasi yang dikeluarkan sebanding dengan keuntungan yang didapat dari

penggunaan bahan ini yakni ketahanan terhadap karat yang berakibat rendahnya tingkat kerusakan atau masalah yang ditimbulkan dan berdampak pada rendahnya biaya perawatan.

Pada waktu itu harga tembaga masih mahal, karena sistem penyambungan hanya dapat dilakukan dengan cara penguliran yang pada saat ini sama halnya dengan system penyambungan pipa besi dan galvanis.

Pada sekitar tahun 1930, melalui pengembangan-pengembangan berbagai jenis alat sambung dan pipa tembaga ringan, telah mampu mengurangi ketebalan dinding pipa hingga lebih dari 50% dan dalam beberapa kasus mencapai hampir 75%, hal ini berakibat menurunnya secara tajam biaya operasional.

Sejak tahun 1940 an tembaga telah menjadi bahan utama pada instalasi plambing di Negara-negara maju, bahkan inggris menggunakan lebih dari 90% untuk sistem instalasi barunya dan juga negara-negara berkembang penggunaannya meningkat secara tajam.

Alasan terhadap tumbuh pesatnya pemakaian bahan tembaga pada instalasi plambing dapat mudah dilihat jika pemakaian bahan ini dibandingkan bahan lainnya yang antara lain:

- ***Fungsinya***

  Bahan pipa tembaga merupakan bahan tambang dari bumi sebagaimana layaknya bahan boksit, monel, timah maupun besi, tetapi tembaga memiliki sifat istimewa: karena kuat, tahan karat, mudah dibentuk dan dapat digunakan dalam berbagai keperluan seperti kebel elektrinika dan sebagainya.

- **Jenis, spesifikasi dan keistimewaan bahan dan fiting**

  Dari berbagai keistimewaan yang dijelaskan diatas bahwa demikian banyak diperlukan sebagai bahan penyalur bahan cair (air-minyak), uap maupun gas. Cara pengerjakaannya dapat dilakukan dengan berbagai cara seperti: di patri (lunak-keras), di las perak (silver solder menggunakan energi listrik, gas).

- **Ekonomi**

Dari sudut pandang sisi ekonomi, tembaga lebih murah dilihat dari beberapa hal antara lain:

(a) Serbaguna, bahan ini dapat digunakan untuk instalasi pendingin dan panas, juga untuk penggunaan lainnya seperti instalasi pemanasan terpusat, gas, minyak, uap maupun gas untuk keperluan medis.

(b) Mudah dikerjakan karena hanya membutuhkan peralatan tangan sederhana, dan untuk pengerjaan awal, berikuktnya maupun pengerjaan ulang semua mudah dilakukan.
(c) Hemat dalam pemakaian alat sambung, pipa tembaga dijual dipasaran dalam ukuran panjang yang bervariasi serta proses pembengkokannya mudah.
(d) Pipa tembaga dapat digunakan dengan mudah dan cepat dibentuk menjadi alat sambung.
(e) Pipa tembaga mempunyai sifat lunak/mudah dibentuk sehingga dapat dibengkokkan ataupun dikembangkan untuk penyambungan / perubahan arah yang mana untuk material lain akan membutuhkan alat sambung khusus.
(f) Tahan hingga akhir umur bangunan, tidak perlu diganti instalasinya sampai beberapa tahun.
(g) Dapat digunakan untuk berbagai jenis bangunan dan sistem instalasi air panas dan dingin, tidak hanya pada rumah tinggal, sekolah dan pabrik tetapi juga untuk bangunan-bangunan mewah, hotel, dan rumah sakit.
(h) Bermacam-macam ukuran dan bentuk pipa yang sesuai dengan semua pekerjaan dan aplikasi-aplikasi lainnya.

- **Lingkungan**

Tembaga bersahabat dengan lingkungan, karena bahan ini memiliki sifat:
(a) Sangat baik menahan karat, yang akan menjamin ketahanan dari sistem instalasi yang ada pada bangunan.
(b) Membantu menjaga kesehatan dan memelihara penyedian air yang sehat.
(c) Tembaga bersahabat dengan lingkungan karena bahan ini dapat didaur ulang 100%.

- **Kekuatan mekanik**

Pipa tembaga memiliki kekuatan mekanik yang tinggi, tidak kurang dari 200 Newton/mm untuk pipa tembaga lunak dan lebih dari 300 N/mm untuk pipa tembaga keras.

Pipa tembaga yang dibuat dalam lurus panjang berpenampilan agak kaku, dan dapat di rangkai dalam posisi vertical ataupun horizontal tanpa terjadi pelenturan, dan dengan pemakaian klem yang minimal. Bahan tersebut sangat tahan terhadap pukulan / lenturan dan kerusakan yang tidak disengaja. Bahan ini memiliki sifat pengantar panas yang tinggi sehingga tahan terhadap kebakaran dan tahan terhadap kerusakan yang ditimbulkan oleh binatang pengerat. Kesemua faktor- faktor tersebut membuat bahan tembaga sangat baik digunakan sebagai bahan untuk pipa.

- **Ketahanan terhadap karat**

  Kerusakan akibat timbulnya karat pada pipa tembaga untuk instalasi air sangat jarang terjadi, tetapi secara umum pernah terjadi.Pada pipa-pipa tembaga yang diproduksi secara modern dengan penerapan sistem kendali mutu yang ketat dan menggunakan bahan tembaga terbaik, tingkat kerusakan yang timbul kurang dari 1 banding 1000000.

- **Sifat pembunuh bakteri**

  Tembaga sangat penting bagi metabolisme kita dan pemeliharaan kesehatan, bahan ini juga diketahui dapat membunuh bakteri dan jamur yang mengganggu kesehatan kita. Hasil penelitian di lembaga riset "Midwest Research Institute" mengemukakan bahwa bakteri Patogen tidak dapat hidup pada instalasi pipa tembaga, tetapi untuk jenis pipa lainnya terjadi sebaliknya. Sementara pada labouratorium pelayanan kesehatan masyarakat Schofield ditemukan bahwa tembaga dapat meracuni bakteri Legionella.

- **Aplikasi pipa tembaga**

  Pipa tembaga dan alat-alat sambungnya berfungsi serba guna dan dapat digunakan pada berbagai jenis aplikasi dan bahan ini dapat digunakan untuk sistem:

  Penyediaan air minum
  Penyediaan air panas
  Gas untuk pemanas ruangan dan memasak
  Pemanas air terpusat
  Instalasi pipa uap
  Pemampatan udara / peneumatic
  Pelayanan refrigerasi
  Pembuangan air kotor
  Penyegaran udara/ AC

1) Penyediaan air minum

   Dalam batasan tekanan dan suhu yang dibutuhkan untuk sistem penyediaan air dingin, pipa tembaga telah menjalankan fungsinya dengan sangat baik. Sistem ini telah digunakan di Inggris, Amerika serikat dan banyak negara lainnya. Tembaga telah dipakai secara umum untuk sistem plambing guna menekan pertumbuhan bakteri.

2) Penyediaan air panas

Sama juga halnya untuk penggunaan pada sistem penyediaan air panas, bahan ini dapat berfungsi dengan sangat baik, tidak seperti bahan pengantar non metalik pada temperature tinggi tembaga tidak kehilangan sifat-sifat mekanisnya.

3) Penyediaan Gas untuk pemanas ruangan dan memasak

Sistem instalasi pipa tembaga telah digunakan bertahun-tahun sebagai pengantar bahan gas yang aman bagi sistem pemanas dan perlengkapan memasak. Dengan menggunakan tembaga kita akan mendapatkan suatu sistem yang kuat, relative murah dan anti bocor. Bahan ini juga tahan api dan dapat digunakan pada temperatur tinggi seperti peralatan pembakar.

- **Sistem Pemanas air terpusat**

Dengan menggunakan bahan tembaga akan didapat tingkat keamanan yang tinggi de ngan melalui sistem perencanaan dan pengoperasian yang baik. Pada beberapa sistem pemanas, tungku pemanas (boiler) terbuat dari besi cord an/atau radiatornya terbuat dari baja, sirkulasi air dalam alat tersebut akan menyebabkan komponen yang terbuat dari besi menjadi berkarat jika kandungan oksigen pada air tinggi. Dengan perencanaan desain sistem pipa tembaga yang baik, kejadian tersebut dapat diminimalkan, karena tembaga merupakan bahan yang tidak mudah bereaksi dengan oksigen, akibatnya proses pengkaratan tidak terjadi.

- **Instalasi pipa uap**

Jika kita menggunakan alat sambung jenis “general high duty” (penyambungan dengan bahan perak), menurut standar inggris BS No. 2871, bagian 2, tabel 5 dan 6 bahan ini dapat digunakan instalasi pipa uap, tetapi bagaimanapun pipa tembaga yang sesuai dengan standar BS. No.2871 bag. 1, table Y. seluruhnya dan termasuk didalamnya untuk ukuran 108 mm, berlaku untuk semua dimensi, yakni ukuran maksimum dan minimum dan diameter luar dan ketebalan dinding, yang sama dengan ukuran berdasarkan standar BS.2871 bagian 2, table 5 tentang pipa tembaga untuk tekanan rendah, yakni dengan tekanan kerja yang sama atau sampai 7 bars (100 Psi), dengan temperatur kerja maksimum 205oC.

Hal ini dimungkinkan karena tembaga dapat tahan tidak hanya temperatur uap yang tinggi tetapi juga untuk tekanan tinggi.

- **Instalasi Gas untuk keperluan kesehatan**

Pipa tembaga dapat digunakan tidak hanya untuk melayani gas untuk bahan bakar seperti : Metan dan LPG, tetapi juga untuk keperluan penggunaan gas untuk kesehatan.

- **Peneumatik (pemampatan udara)**

  Bahan tembaga sekali lagi juga dapat digunakan untuk menahan tekanan tinggi dan udara basah.

- **Sistem Hidrolik**

  Instalasi pipa tembaga tidak hanya mampu menahan tekanan tinggi tetapi uga digunakan untuk jenis-jenis cairan seperti air dan cairan hidrokarbon. Kondisi ini memungkinkan tembaga digunakan sebagai bahan bagi sistem hidrolik.

- **Sistem Refrigerasi**

  Keunggulan-keunggulan yang dimiliki oleh bahan tembaga seperti tersebut di atas, juga membuat bahan ini dipakai untuk sistem instalasi refrigerasi selama bertahun-tahun, karena kemampuannya menerima temperatur tinggi dan rendah.

- **Instalasi pembuangan air kotor**

  Secara tradisional sistem instalasi pipa tembaga sudah digunakan pada bangunan mewah untuk instalasi pipa air kotor, bahan ini dipakai khususnya karena kelebihannya dari pipa plastic, yakni lebih tahan api (kebakaran).

- **Sistem penyegar ruangan (air conditioner)**

  Kemampuannya sebagai pengantar panas yang baik, lunak dan mudah dikerjakan membuat bahan ini ideal digunakan pada peralatan penukar panas.

- **Efisiensi Biaya**

Karakteristik yang unik dari bahan ini, ditambah dengan masa bebas perawatan yang panjang, keamanan dan keselamatan serta konstruksi yang lebih ringan karena menggunakan diameter yang lebih kecil dibandingkan bahan yang lain untuk beban yang sama, ditambah lagi mudah dirangkai dan diinstalasikan, akan meningkatkan efisiensi biaya yang dikeluarkan dibandingkan material yang lain.

- **Jenis-jenis Pipa Tembaga**

Pipa tembaga dibuat untuk berbagai standar nasional dan internasional dan pipa tembaga yang secara luas dipakai di Inggris adalah BS. 2871, bagian 1 yakni : “standar inggris untuk spesifikasi pipa tembaga guna keperluan instalasi air, gas dan sanitasi”. Spesifikasi ini dibagi menjadi 4 bagian, seperti dijelaskan pada tabel w, x, y dan z.

Di bawah ini dijelaskan pengertian-pengertian umum untuk jenis pipa tembaga lunak, setengah keras dan keras.

1) Pipa Tembaga Lunak

   Di pasaran jenis tembaga ini dijual dalam bentuk lunak, yang mana dapat dibengkok dengan tangan atau dengan mesin pembengkok dan dapat dengan mudah dirangkai untuk penggunaan bawah lantai maupun di atas plapon. Jenis pipa ini tersedia dalam ukuran yang panjang (sampai dengan 50 meter) yang mengurangi pemakaian alat sambung dan berakibat pada penurunan biaya pengerjaannya.

   Pada tabel Y, Ukuran pipa mulai dari 12 s.d 28 mm tersedia dalam bentuk lunak dengan panjang 20 atau 25 meter dan lebih kurang 1,3 kali lebih tebal dari yang terdapat dalam tabel W . Jenis pipa ini sangat sesuai untuk pemakaian/penggunaan di bawah tanah. Kelebihan ketebalan dindingnya pun membuat jenis pipa ini dapat digunakan untuk konstruksi tertentu pada instalasi pipa uap.

2) Pipa Setengah Keras

   Seperti diketahui pada tabel X, jenis pipa yang terdapat di dalamnya tersedia dalam ukuran 3,0; 5,8; atau 6 meter dalam kondisi setengah keras, yang sesuai untuk pembengkokkan dan pembentukan secara dingin. Jenis pipa ini dapat dengan mudah dibengkokkan dengan mesin pembengkok atau kalau untuk pipa yang berdiameter 6 s.d 22 mm dibengkokkan dengan pegas yang dimasukkan ke dalam pipa.

   Keunggulannya yang mudah digunakan dan relatif ringan, ditambah dengan kemampuannya menahan tekanan dalam, membuat kelas pipa ini banyak digunakan di Inggris dan negara-negara lain, sebagai bahan instalasi domestik untuk air panas dan dingin, sistem pemanas terpusat, dan instalasi gas.

   Diameternya berkisar antara 6 mm sampai dengan 159 mm (diameter luar). Jenis pipa yang termasuk dalam tabel Y juga ada yang tersedia dalam bentuk setengah keras dengan panjang 6 m. pipa ini mempunyai ketebalan berkisar antara 1,5 kali tebal dari jenis pipa

   Dengan ketebalannya, kelas pipa ini pun dapat sesuai digunakan untuk tipe konstruksi tertentu dari instalasi pipa uap.

3) Pipa Keras

Seperti diketahui bahwa pada tabel Z, jenis pipa ini tersedia dengan panjang 5,8 s.d 6 meter dan bahan ini dimaksudkan untuk sistem instalasi yang membutuhkan pipa memanjang. Tetapi karena kekerasannya dan dinding pipa yang tipis membuat bahan ini tidak dapat dibengkokkan dan dibentuk, dan jika dibutuhkan dapat menggunakan alat-alat sambung.Pada standar yang ada di negara lain, memungkinkan diproduksi dinding pipa yang lebih tebal, sehingga dapat dibengkokkan dengan mesin dan sering ditemui kesulitan besar.





- **Sifat-sifat Mekanik Pipa Tembaga**

Standar inggris (standar Indonesia untuk pipa tembaga belum ada) untuk pipa-pipa tembaga yang digunakan pada instalasi air, gas adalah BS. 2871, bagian.

Tingkat Kekerasan Pipa Tembaga

Tabel		Mulai dari	Sampai dan termasuk	Kondisi	Daya Regang	Pemuaian 5,65 v 55 minimum
W		-	10	lunak	210	40
X		-	54	½ keras	250	30
		54	108	½ keras	250	30
		108	159	½ keras	250	30
Y		-	35	lunak	210	40
		35	108	lunak	210	40
		-	35	½ keras	250	30

		35	108	½ keras	250	30
Z		-	54	keras	380	-
		54	108	keras	310	-
		108	159	keras	310	-

Pipa tembaga di pasaran tersedia dalam tiga tingkat kekerasan, yakni: lunak, setengah keras, dan keras seperti dijelaskan pada tabel W, X, Y, Z pada standar inggris BS 2871 bagian 1. Pipa tembaga yang termasuk dalam tabel W tersedia dalam bentuk lunak, sedangkan pipa yang termasuk dalam table X merupakan jenis yang paling popular dan untuk penggunaan umum.

- **Dimensi Pipa Tembaga**

Dimensi Pipa

Ukuran pipa (mm)	Ukuran Luar (max)	Diameter Minimum	Tabel W Ketebalan nominal (mm)	Tabel X Ketebalan nominal (mm)	Tabel Y Ketebalan nominal (mm)	Tabel Z Ketebalan nominal (mm)
6	6,045	5,965	0,6	0,6	0,8	0,5
8	8,045	7,965	0,6	0,6	0,8	0,5
10	10,045	9,965	0,7	0,6	0,8	0,5
12	12,045	12,965		0,6	0,8	0,5
15	15,045	14,965		0,7	1,0	0,5
18	18,045	17,965		0,8	1,0	0,6
22	22,055	21,965		0,9	1,2	0,6
28	28,055	27,965		0,9	1,2	0,6
35	35,07	34,99		1,2	1,5	0,7
42	42,07	41,99		1,2	1,5	0,8
54	54,07	53,99		1,2	2,0	0,9
67	66,75	66,60		1,2	2,0	1,0
76	76,30	76,15		1,5	2,0	1,2
108	108,25	108,00		1,5	2,5	1,2

133	133,50	133,25		1,5		1,5
159	159,50	159,25		2,5		1,5

- **Karakteristik dan Parameter pipa tembaga**
- Karakteristik tembaga

  Dalam standar (inggris) BS 6017 1981, kandungan minimum dari tembaga adalah 99,85% Cu dan residu phosphor 0,13 s.d 0,050% Cu. Masa Jenis 8,9 g/cm^3 , titik lelehnya 1083^o C dan koefisien muai panjangnya 16,8 x 10 per^o C (antara 20^o - 100^o C).

- Jenis-jenis pipa tembaga terdiri atas:
  1) Pipa Lunak
  2) Pipa Setengah Keras
  3) Pipa Keras
- Sifat-sifat mekanis pipa tembaga dari mulai pipa lunak sampai dengan pipa keras, antara lain:
  - Daya regangnya antara 210 s.d 380
  - Pemuaiannya mulai dari 30 s.d 40
- Dimensi Pipa pipa tembaga mulai dari 6 mm sd 159

6. Pipa Beton



Pipa Beton adalah adalah suatu komposisi bahan bangunan yang dibuatdari campuran semen atau bahan perekat sejenisnya,air, batu koral dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu pipa beton itu.Digunakan untuk saluran limbah, terowongan, dan irigasi.

- **Pembuatan Pipa Beton**

Proses pembuatan pipa beton yaitu menggunakan teknologi vibro vacuum dan circumferential prestressing (pratekan melingkar). Selama ini, pipa beton yang dibuat perusahaan menggunakan proses vibro, metode "penggetaran" untuk mengangkat kualitas beton. Atau sistem steam curing,yang menggunakan penguapan untuk mengeringkan beton.Proses pembuatan pipa beton menempuh tiga tahap inti. Mula-mula, dilakukan pembuatankerangka dengan sistem melingkar dan memanjang. Kemudian, dipasang cetakan luar dancetakan dalam, yang dilanjutkan dengan pengecoran. Pada tahap inilah, sekaligus, diterapkan prosedur vibro vacuum, sehingga beton mencapai kekuatan tertentu.

. Berbeda dengan buis beton yang hanya dibuat dengan bahan semen dan pasir yang mana pembuatannya hanya digunakan alat sederhana / konvensional, Spesifikasi ini meliputi pipa beton yang tidak bertulang untuk mengalirkan air limbah rumah tangga, limbah industri, air hujan dan untuk gorong-gorong.

Spesifikasi ini dalam satuan metriks. Spesifikasi ini berlaku untuk pabrik dan perdagangan dan tidak termasuk persyaratan untuk lapisan dasar pipa, penimbunan atau hubungan antara kondisi lapangan dengan klasifikasi kekuatan pipa.

Pengalaman menunjukkan bahwa keberhasilan penggunaan produk ini tergantung kepada pemilihan jenis pipa, kelas pipa, tipe dasar pipa bedding, penimbunan pemeliharaan serta pemasangannya sesuai spesifikasi teknis.

Pengadaan pipa beton harus memperhatikan persyaratan lapangan, serta persyaratan pengawasan pada saat pemasangan.Pipa Beton Bertulang dibuat di pabrik yang menggunakan mesin yang cukup modern, bahkan mesin pembuatan pipa ini diimport dari negara-negara Eropa, Amerika atau Australia.

Pipa ini didesain dengan ketebalan tertentu, dan dalam pembuatannya menggunakan beton mutu tinggi dan rangka besi yang dibuat dengan mesin juga, sehingga pipa ini memang diperuntukkan untuk dapat ditanam dibawah jalan raya yang setiap harinya dilewati beban kendaraan berat.

Mengapa menggunakan Pipa Beton Bertulang ?

Pipa Beton Bertulang umumnya digunakan untuk saluran drainase jalan perkotaan, kawasan industri, dan beberapa perumahan yang cukup mewah, karena umumnya perumahan tersebut memiliki sistem saluran drainase tertutup, sehingga genangan air dari limbah rumah tangga atau air hujan tidak terlihat.

Teknologi Pembuatan Pipa Beton

Sebelum tahun 1984, di Indonesia belum ada pabrik pembuatan pipa beton. Adaanya adalah buis beton yang dibuat dengan cara merojok-rojok campuran semen dan pasir pada 2 buah cetakan berbentuk lingkaran luar-dalam. Jadi pemadatan adukan hanya mengandalkan tenaga manusia.

Kemudian mulai tahun 1984 s/d 1999, bermunculan pabrik-pabrik pipa beton yang menggunakan teknologi pembuatan yang berbeda. Ada 4 teknologi dan semuanya ada di Indonesia .

1. High Vibration Vertical Cast

Pipa dibuat dengan mesin penggetar. Cetakan terdiri dari Inner Mould dan Outer Mould berupa tabung vertical. Pemadatan beton diperoleh dari 3 buah vibrator frekuensi tinggi yang dipasang secara eksentik pada Inner Mould. Teknologi ini dikembangkan di Eropa dan sampai sekarang masih digunakan dibeberapa negara, meskipun sudah mulai ditinggalkan.

2. Sentrifugal / Wet Spinning

   Pipa dibuat dengan cara memanfatkan putaran tinggi (gaya sentrifugal). Sebuah Mould didudukan diatas 2 pasang roda besi, kemudian roda yang digerakkan dengan motor sehingga mould tersebut ikut berputar dengan kecepatan yang bisa diatur. Putaran ini kira-kira akan menghasilkan gaya putaran / sentrifugal lebih dari 10x gaya gravitasi bumi.

   Gaya inilah yang dimanfaatkan untuk memadatkan beton. Berbeda dengan di atas posisi mould bukan vertical melainkan horizontal. Teknologi ini ditemukan oleh Orang Australia yang bernama Humes, kira-kira 1 abad yang lalu. Oleh karenanya pipa beton yang dihasilkan kadang disebut Humes Pipes. Teknologi ini banyak digunakan di Australia, Jepang, negara-negara Asia dan beberapa negara Eropa sampai dengan sekarang.

3. Rolller Suspension

   Teknologi ini juga ditemukan beberapa tahun setelah Metode Sentrifugal, Penemu juga orang Australia yaitu Robert dan Clark. Hampir sama dengan Sentrifugal, metode ini juga dengan

memutar mould. Bedanya adalah cetakan tidak ditaruh diatas roda besi tetapi digantung oleh batang roller.

atang Roller tersebut berputar sehingga mould ikut berputar. Karena kecepatan putaran tidak sekencang metode sentrifugal, maka pemadatan didapat dari tumbukan antar batang roller dengan beton itu sendiri. Gaya Sentrifugal hanya 2 s/d 4 x gaya gravitasi bumi, yang hanya menjamin beton tidak jatuh pada saat dicetak.

Tekmologi ini masih digunakan di Australia, China, Perancis dan beberapa negara Asia.

4. Packer Head

Metode ini adalah metode yang paling akhir ditemukan. Metode ini seperti gabungan antara sistem Vertical Cast dan Putaran.

Posisi Mould adalah vertical, tetapi tidak ada mould bagian dalam hanya ada mould bagian luar, batang roller dengan ujungnya berupa pasangan roda-roda besi akan berputar dengan kencang yang bergerak dari bawah ke atas sehingga dinding pipa terpadatkan oleh gaya press dari ujung roller tersebut.

Dalam pengoeprasinnya mesin ini lebih dikontrol secara automatis, sehingga lebih sedikit memerlukan tenaga kerja. Oleh karenanya teknologi ini lebih berkembang di Negara-negara Eropa dan Amerika Serikat.

Masing-masin ketiga metode pembuatan pipa beton terakhir masih banyak digunakan, dan masing masing mempunyuai ciri khas pada produknya. Ketiganya punya kelebihan dan kekurangnanya. Dalam memilih teknologi pembuatan pipa beton, pabrikan akan melakukan pilihan berdasarkan pertimbangan :

1. Efiseinsi Material
2. Efisiensi Man Power
3. Kapasitas Produksi
4. Investasi Alat

➢ **Spesifikasi pipa Beton**

Spesifikasi pipa beton untuk saluran air limbah, Saluran air hujan dan gorong-gorong

SNI 03-6368-2000

1. Ruang Lingkup.

Spesifikasi ini meliputi pipa beton yang tidak bertulang untuk mengalirkan air limbah rumah

tangga, limbah industri, air hujan dan untuk gorong-gorong.

Spesifikasi ini dalam satuan metriks. Spesifikasi ini berlaku untuk pabrik dan perdagangan dan tidak termasuk persyaratan untuk lapisan dasar pipa, penimbunan atau hubungan antara kondisi lapangan dengan klasifikasi kekuatan pipa.

Pengalaman menunjukkan bahwa keberhasilan penggunaan produk ini tergantung kepada pemilihan jenis pipa, kelas pipa, tipe dasar pipa bedding, penimbunan pemeliharaan serta pemasangannya sesuai spesifikasi teknis.

Pengadaan pipa beton harus memperhatikan persyaratan lapangan, serta persyaratan pengawasan pada saat pemasangan.

2. Acuan.

Standar-standar ASTM :

ASTM C 33 : Specification for Concrete Agregates

ASTM C 150 : Specification for Portland Cement

ASTM C 309 : Specification for Liquid membran -forming Compound for Curing Concrete

ASTM C 443 : Specification for Joint Circular Concrete Sewer and Culvert Pipe Using Rubber Gasket

ASTM C 497 : Specification for Blended Hydraulic Cements

ASTM C 618 : Specification for Fly Ash and Row Calcined Natural Pozzolan for Use as Mineral Admixture in Portland Cement Concrete

ASTM C 882 : Terminology Relating In Concrete Pipe and Related Products

Standar-standar SNI :

SNI 03-2457-1991 : Metode Pengujian Agregat untuk Beton Penahan Radiasi

SNI 03-2494-1991 : Spesifikasi Abu Terbang untuk Sebagai Bahan Tambahan untuk Campuran Beton

SNI 03-2915-1992 : Spesifikasi Beton Tahan Sulfat

3. Pengertian.

Definisi yang berhubungan dengan pipa beton, dapat dilihat pada SNI 03-2915-1992, Spesifikasi Beton Tanah Sulfat.

4. Klasifikasi.

Pipa beton yang dibuat sesuai dengan spesifikasi ini dibagi dalam 3 kelas yaitu :

a) pipa beton tidak bertulang kelas I

b) pipa beton tidak bertulang kelas II

c) pipa beton tidak bertulang kelas III.

5. Dasar Penerimaan

- Pipa yang dapat diterima harus ditentukan berdasarkan hasil uji, bila diperlukan ditentuka oleh pengawas apakah pipa sesuai dengan spesifikasi, pada saat perencanaan dan tidak cacat.
- Penerimaan berdasarkan kekuatan

  Pipa didasarkan atas hasil uji kekuatan sesuai persyaratan seperti yang dijelaskan dalam butir 10.3. SNI 03-6368-2000

- Penerimaan berdasarkan penyerapan

  Pipa didasarkan atas hasil uji penyerapan sesuai persyaratan seperti yang dijelaskan dalam butir 10.4.
- Penerimaan berdasarkan permeabilitas Pipa didasarkan atas hasil uji permeabilitas, sebagai pengganti uji permeabilias.
- Penerimaan berdasarkan hidrostatis

  Pipa didasarkan atas hasil uji hidrostatis sesuai persyaratan seperti yang dijelaskan dalam butir

6. Material

- Beton terdiri dari bahan pengikat (semen), agregat halus dan kasar, serta air.
- Bahan Pengikat (Semen)
- Bahan Pengikat (Semen) harus memenuhi persyaratan Spesifikasi Semen-Portland ASTM C 150) atau harus berupa Semen Portland blast furnace slag atau Semen Portland Pozzolan yang memenuhi persyaratan spesitikasi ASTM C 595, kecuali unsur pokok pozzolari dalani tipe IP semen portland pozzolan berupa abu terbang dan kandungannya tidak lebih dari 25 % berat.
- Abu terbang harus memenuhi persyaratan spesitikasi sesuai SNI 03-2406-1991 tentang Spesifikasi Abu Terbang Sebagai Bahan Tambahan untuk Campuran Beton.
- Kombinasi bahan pengikat yang diizinkan adalah salah satu dari sebagai berikut :
- Hanya Semen Portland
- Hanya Semen Portland blast furnace slag.
- Hanya Semen Portland pozzolan
- Kombinasi Semen Portland dan Abu Terbang, dimana kandungan Abu Terbang antara (5-25) % berat total bahan pengikat (Semen Portland dan Abu Terbang).

- Agregat harus memenuhi persyaratun SNI 03-2494-91 tentang Spesifikasi Agregat untuk Beton Penahan Radiasi atau SNI 03-2457-1991 tentang Metode Pengujian Agregat untuk Beton Penahan Radiasi kecuali jika persyaratan gradasi tidak digunakan.
- Pengadukan dan pencampuran

  Pengadukan dan pencampuran dapat dilakukan dengan persetujuan pembeli.

7. Desain.
   - Persyaratan desain harus sesuai seperti pada tabel 1.Ketebalan dinding pipa nominal sesuai dengan nilai yang dalam tabel 1, kecuali adanya toleransi khusus yang ditentukan oleh perencana.
   - Modifikasi atau desain khusus

     Pabrik boleh mengajukan kepada pembeli untuk mendapatkan persetujuam mengenai tebal dinding pipa yang berbeda dengan yang ditunjukkan dalam tabel 1 sebelum pembuatan Setiap pipa harus memenuhi semua persyaratan fisik seperti yang diuraikan dalam butir SNI 03-6368-2000

7. Sambungan.
   - Sambungan harus didesain yaitu ujung dari setiap pipa beton dibentuk sedemikian rupa sehingga penyambungan pipa dapat membentuk jaringan yang menerus dengan variasi yang diizinkan

9. Pembuatan.
   - Campuran Agregat harus diukur dipilih dan dicampur dengan balian pengikut dan air secara proporsional agar diperoleh kualitas campuran beton yang homogen sehingga pipa memenuhi persyaratan uji dan desain yang tercantum dalam spesitikasi ini. Semua beton harus mempunyai rasio air semen tidak lebih dari 0,53 dari berat. Balian pengikat harus memenuhi ketentuan dalam butir 6.2 dan harus ditambahkan ke dalam campuran secara proporsional tidak kurang dari 280 kg/m kecuali campuran didesain dengan kandungan bahan pengikat yang lebilh rendah dan menghasilkan kualitas dan bentuk pipa yang memenuhi persyaratan dalam spesifikasi ini.
   - Perawatan

     Pipa harus memenuhi setiap ketentuan dari metoda perawatan Perawatan dengan uap air panas

     Pipa ditempatkan dalam bak yang bebas dari pengaruh luar, dan dirawat dengan udara basah dengan menginjeksikan uap pada setiap saat pada temperatur tertentu, untuk

memperoleh pipa yang memenuhi persyaratan. Bak perawatan harus dibuat sedemikian rupa agar sirkulasi uap dapat mengenai seluruh permukaan pipa.

- Perawatan dengan air

  Pipa beton dirawat dengan air dengan cara direndam dengan memakai pipa sistem berlubang, sprinkler mekanis, selang rembes air, atau dengan cara lain sehingga pipa tetap basah selama periode perawatan yang ditentukan.

- Pabrik dapat memilih kombinasi cara-cara yang diuraikan dalam butir 9.2.1 dan butir
- sehingga kekuatan khusus dapat tercapai.
- Perawatan membran

  Membran penyegel penggunaannya disesuaikan dengan persyaratan dari spesifikasi standar ASTM C-309 dan dibiarkan utuh hingga persyaralan kekuatan khusus dipenuhi. Beton pada saat penggunaan harus berada pada antara temperatur udara ± 170C.

  Semua permukaan harus dijaga pada keadaan basah terlebih dahulu, pencampuranan harus dilakukan dalam keadaan lembab.

- Hal Khusus
- Persyaratan umum

  Bentuk khusus, seperti fiting Y, T, bengkokan dan sambungan untuk penggunaan pipa beton disesuaikan dengan spesitikasi ini, dan harus sesuai dengan persyaratan yangdigunakan pada pipa beton untuk klas dan diameter luar. Sambungan harus cocok dengan yang digunakan dalam penyambungan pipa beton. SNI 03-6368-2000

- Cabang yang dibuat berbentuk Y, T, harus terjamin sedemikian rupa sehingga sesuai dengan dinding pipa tidak kurang atau pun tidak terlalu longga ryang dapat mengakibatkan air mengalir dari sambungan pipa.Pipa harus dapat diterima bila semua pengujian sesuai dengan persyaratan yangditentukan. Setiap pengujian pipa yang memenuhi butir 10.2, akan memenuhi

  persyaratan kekuatan. Pembuat akan dibolehkan menguji pipa yang gagal dan pipa hanya dapat diterima bila semua pengujian pipa tambahan ini memenuhi persyaratan kekuatan.

- Persyaratan Penyerapan

  Bila diperlukan oleh pembeli pengujian penyerapan dapat dilakukan dengan metoda A atau metoda B sesuai dengan ASTM C 497. Penyerapan tidak boleh lebih dari 9 % untuk metoda A atau 8,5 % untuk metoda B. Hasil masing-masing pengujian dari variasi uji untuk setiap ukuran pipa pada setiap pengiriman dan pemasangan harus ditabulasi

secara terpisah. Semua pengujian harus dilakukan sesuai dengan Test Method ASTM C 497. Jumlah benda uji penyerapan harus sama dengan jumlah pipa yang disediakan untuk uji kekuatan hancur. Benda uji harus diberi nomor atau penandaan sesuai dengan pipa yang diambil. Untuk setiap metoda, benda uji

harus ditempatkan pada tempat yang luasnya 12 - 20 m

Pengukuran dilakukan terhadap permukaan pipa dari keseragaman ketebalan dinding pipa, serta pipa harus bebas dari retakan yang terlihat. Pipa dapat diterima bila semua pengujian pipa dilakukan sesuai dengan persyaratan penyerapan yang ditentukan.

- Persyaratan Fisik
- Benda Uji Jumlah pipa yang diperlukan untuk pengujian harus ditentukan oleh pembuat dan harus dipilih secara acak oleh pembeli, dan diambil dari pipa yang tidak ditolak berdasarkan spesifikasi.

  Pemilihan harus dilakukan padu suatu tempat yang didesain oleh pembeli ketika dilakukan pemesanan. Pipa yang diuji, pertama-tama harus dijaga agar bebas dari semua kelembaban. Bila kering setiap pipa harus diukur dan diperiksa. Hari pemeriksaan harus dicatat.
- Jumlah dan jenis benda uji yang diperlukan.
- Pembuat harus menyediakan pipa untuk :
  1) Pengujian kekualan dan penyerapan sebanyak 0,5 % dari jumlah pipa untuk setiap ukuran yang termasuk dalam pesanan, kecuali bila tidak ada masalah, jumlah pipa yang diuji tidak boleh kurang dari dua pipa.
  2) Untuk uji permeabilitas 2 % dari jumlah pipa untuk setiap ukuran yang termasuk dalam pesanan, kecuali bila tidak ada masalah, jumlah pipa yang diuji tidak boleh kurang dari dua pipa.
  3) Untuk uji hidrostatis 0,5 % dari jumlah pipa dari tiap ukuran yang termasuk dalam pesanan, kecuali bila tidak ada masalah, jumlah pipa yang diuji tidak boleh kurang dari dua pipa.
- Persyaratan beban luar untuk uji Kekuatan.

  Kekuatan hancur pipa beton taripa tulangan harus sesuai dengan yang diuraikan dalam Hasil setiap pengujian untuk masing-masing ukuran pipa dan pada saat pengangkutan dan pemasangan harus ditabulasi secara terpisah. Kekuatan hancur bisanya harus digunakan tidak kurang dan 75 % pipa yang diterima untuk setiap pengujian. Semua pengujian harus dilakukan mengacu padu metoda uji ASTM C 497. SNI 03-6368-2000

Bila diperlukan oleh pembeli pengujian penyerapan dapat dilakukan dengan metode A atau metode B sesuai dengan ASTM C 497. Penyerapan tidak boleh lebih dari 9 % untuk metode A atau 8,5 % untuk B. Hasil masingmasing pengujian dari variasi uji untuk setiap ukuran pipa pada setiap pengiriman dan pemasangan harus ditabulasi secara terpisah. Semua pengujian harus dilakukan sesuai dengan Test Method ASTM C 497. Jumlah benda uji penyerapan harus sama dengan jumlah pipa yang disediakan untuk uji kekuatan hancur. Benda uji harus diberi nomor atau penandaan sesuai dengan pipa yang diambil. Untuk setiap metode, benda uji harus ditempatkan pada tempat yang luasnya 12-20 m

Pengukuran dilakukan,terhadap permukaan pipa dan keseragaman ketebalan dinding pipa, serta pipa harus bebas dari retakan yang terlihat. Pipa dapat diterima bila semua pengujian pipa dilakukan sesuai dengan persyaratan penyerapan yang ditentukan.

- Persyaratan Permeabilitas

  Bila dilakukan uji permeabilitas seperti diuraikan dalam test method ASTM C 497, permukaan pipa bagian luar tidak boleh kurang dari 80 % dari pipa yang di uji harus menunjukkan tidak basah atau terdapat kumpulan bintik-bintik basah pada akhir dari periode pengujian yang disebabkan oleh air yang lolos dinding pipa.

- Persyaratan Hidrostatis

  Bila dilakukan uji hidrostatis seperti yang diuraikan dalam ASTM C 497 pipa akan menunjukkan tidak bocor selama 10 menit pada tekanan 70 KPa. Uap akan tampak pada permukaan pipa berupa bintik atau manik-manik yang menempel pada permukaan tetapi tidak harus dinyatakan bocor. Pipa uji harus diisi dengan air dan dibiarkan dahulu pada tekanan 0,7Atmosfer selama 24 jam, kecuali bila pendapat pembuat atau penjual waktu rembesan atau tekanan atau keduanya dapat diperkecil. Pengujian dapat dilanjutkan selama 24 jam dan pipa harus dinyatakan lulus uji bila selama periode uji 10 menit tidak terdapat kebocoran. Bila persyaratan bidrostatis digunakan untuk sambungan pipa seperti yang dijelaskan dalam butir 10 dari spesifikasi C 4431, uji sambungan yang sama harus digunakan sebagai dasar penerimaan untuk persyaratan hidrostatis pipa yang diizinkan sesuai dengan butir 5.5 dan butir 10.6 spesifikasi ini.

- Uji ulang

  Dilakukan jika lebih dari 20 % contoh uji gagal memenuhi persyaratan uji permeabilitas

atau lebih dari 20 % contoh uji gagal memenuhi persyaratan uji penyerapatan atau hidrostatis dari bagian ini. Pembuat dapat memilih stok pipa dapat memperkecil kuantitas pipa, dan harus menandai pipa tersebut sehingga tidak diangkut.

Pengujian yang diperlukan harus di lakukan secara seimbang sesuai permohonan dan mereka harus menerima jika mereka menunjuk persyaratan-persyaratan khusus. Jika contoh uji kedua gagal memenuhi persyaratan khusus, semua pipa harus ditolak.

11. Dimensi dan Variasi yang Diizinkan.

- Dimensi dan Ukuran

  Pipa harus dilengkapi ukuran diameter Variasi dimensi dalam yang diizinkan.

  Variasi dimensi dalam yang diizinkan harus dibatasi seperti berikut ini :

- Diameter dalam
- Diameter dalam tidak boleh lebih atau kurang dari diameter yang didesain dengan toleransi ukuran tidak lebih dari 5 mm untuk pipa yang didesain berukuran 300 mm; sedangkun untuk diameter lebih kecil dari 300 mm, toleransi ukurannya tidak lebih dart 6 SNI 03-6368-2000 6mm. Untuk pipa yang didesain dengan diameter antara 400- 450 mm, toleransi tidak lebih dart 8 mm. Untuk pipa yang didesain dengan diameter 530 mm hingga 600 mm,
-



- Ketebalan dinding pipa

  Tebal dinding pipa tidak kurang dari nilai pada tabel 1 atau dari tebal dinding yang direncanakan oleh pabrik, jika lebih besar dari tabel 1 toleransinya 1,6 mm untuk pipa

yang diameternya kurang dari 250 mm. Toleransi ketebalan 3 mm untuk pipa dengan diameter 130-600 mm. Toleransi tebalnya 5 mm untuk pipa yang berdiameter lebih dari 600 mm. Toleransi boleh lebih dari 5% dari tebal dinding pipa yang ditabulasi atau dari tebal dinding pipa yang disain paling tebal. Variasi tebal dinding pipa yang rnelebihi ketentuan di atas diterimn jika memenuhi persyaratan uji fisik yang ditentukan.

- Panjang

  Panjang setiap bagian pipa dapat bervariasi tidak lebih dari 13 mm dari ketentuan atau panjang yang direncanakan.

- Panjang dari dua sisi yang bcrlawanan

  Panjang dari dua sisi yang berlawanan dari setiap bagian pipa dapat bervariasi tidak lebih dari 6 m atau 2 % dart diameter yang direncanakan, dipilih yang terbesar.

- Kelurusan

  Pipa harus lurus tidak boleh mernpunyai penyimpangan lebih dari 10 mm per meter panjang pipa.

12. Perbaikan.

- Pipa dapat diperbaiki, akibat kurang sempurnanya pembuatan atau kerusakan karena penanganan bila pembeli menyetujui. Perbaikan pipa tersebut mengacu pada persyaratan dari spesifikasi ini.

13. Pemeriksaan.

- Kualitas dari seluruh bahan dan penyelesaian pembuatan pipa harus diperiksa dan mendapat persetujuan dari pengawas yang bekerja untuk pembeli. Pengawasan dapat dilakukan pada saat pembuatan atau pengiriman. Metoda penandaan sebagai penerimaan atau penolakan pipa harus disetujui dahulu antara pengawas, pembeli dan pembuat. Pipa yang ditolak harus diganti oleh pembuat atau penjual dengan pipa yang memenuhi persyaratan.

14. Penolakan.

- Pipa ditolak berdasarkan jumlah kegagalan terhadap pemenuhan persyaratan spesifikasi pembuatan dan pembelian, oleh karenanya kerusakan pipa selama pemasangan atau yang disebabkan oleh beban lapangan dalam keadaan terpasang tidak menyebabkan penolakan karena tidak memenuhi spesifikasi ini. Bagian-bagian pipa tertentu dapat ditolak karena hal-hal berikut :
- Pecahan atau retakan pada dinding atau sambungan, kecuali jika terdapat retakan yang panjangnya tidak lebih dari 50 mm pada salah satu ujung pipa atau retakan atau

lepasannya sambungan tidak lebih dari 75 mm ke arah melingkar atau 50 mm ke vah pailiang sambungan tidak harus ditolak, kecuali jika kerusakan tersebut lebih dari 5 % dari yang dikirim.

- Kerataan ujung pipa tidak tegak lurus terhadap sumbu memanjang batas penyimpangannya sesuai dengan butir 11.24. SNI 03-6368-2000
- Kerusakan/cacat yang menunjukkan saat pencampuran dan pencetakan yang tidak memenuhi ketentuan butir 9.1.
- Kerusakan/retak yang masih memenuhi persyaratan kekuatan, keawetan, atau fungsi pipa.

15. Penandaan Produk Pipa

- Informasi berikut harus ditulis pada setiap pipa.
- Kelas pipa dan spesitikasi yang direncanakan
- Tanggal pembuatan
- Nama atau merk dengan dari pabrik
- Indentifikasi pabrik pembuat
- Penandaan harus dilakukan dengan cat tahan air pada bagian pipa yang tahan air.

Persyaratan fisik dan dimensi untuk pipa beton tanpa tulangan. ipa besi Beton dalam pekerjaan system saluran dan pembuangaan digunakan untuk instalasi air bersih dan air kotor, pipa ini diproduksi dengan ∅2" – 15" dengan panjang 3-6 m.SNI 03-6368-20001



- **Pipa kuningan**



Kuningan adalah paduan logam tembaga dan logam seng dengan kadar tembaga antara 60-96% massa. Warna kuningan bervariasi dari coklat kemerahan gelap hingga ke cahaya kuning keperakan tergantung pada jumlah kadar seng. Seng lebih banyak mempengaruhi warna kuningan tersebut.

Komponen utama dari kuningan adalah Tembaga sehingga kuningan biasanya diklasifikasikan sebagai paduan tembaga Kuningan sangat mudah untuk di bentuk ke dalam berbagai bentuk, sebuah konduktor panas yang baik, dan umumnya tahan terhadap korosi dari air garam.

Karena sifat-sifat tersebut, kuningan kebanyakan digunakan untuk membuat pipa, assesoris plambing alat plambing, tabung, sekrup, radiator, alat musik, aplikasi kapal laut, dan casing cartridge untuk senjata api.

Kuningan lebih kuat dan lebih keras daripada tembaga,

Dalam perdagangan dikenal 2 jenis kuningan, yaitu:

• Kawat kuningan (brass wire) kadar tembaga antara 62-95%

• Pipa kuningan (seamless brass tube) kadar tembaga antara 60-90% (Sumber: Dep.PU, 1985)

• Plat kuningan (brass sheet) kadar tembaga antara 60-90%

Sejarah

Pengrajin logam kuno di daerah yang sekarang dikenal sebagai Syria atau Turki timur telah mengetahui bagaimana cara untuk mencairkan tembaga dengan timah untuk membuat logam yang disebut perunggu pada awal 3000 sebelum masehi. Kadang-kadang mereka juga membuat kuningan tanpa mereka sadari.

Pengrajin logam kuno di sekitar Laut Mediterania mampu membedakan bijih timah seng dari yang mengandung seng dan mulai mencampurkan dengan tembaga untuk membuat koin kuningan atau benda lainnya. Sebagian besar seng itu diturunkan dengan memanaskan mineral yang dikenal sebagai kalamin, yang berisi berbagai senyawa seng. Dimulai pada sekitar 300 A.D, industri kuningan berkembang di tempat yang sekarang di kenal sebagai Jerman dan Belanda.

Meskipun pengrajin logam kuno hanya bisa mengenali perbedaan antara bijih seng dan bijih timah, mereka masih tidak mengerti logam seng. Sampai pada tahun 1746 seorang ilmuwan Jerman bernama Andreas Sigismund Marggraf (1709-1782) memperkenalkan logam seng yang diidentifikasikan dan ditentukan sifat-sifatnya. Proses untuk menggabungkan logam tembaga dan seng untuk membuat kuningan telah dipatenkan di Inggris pada tahun 1781.

Penggunaan kuningan sebagai casing logam untuk senjata api pertama kali diperkenalkan pada tahun 1852. Berbagai macam logam dicoba, Hasilnya ternyata kuningan yang paling berhasil. Properti ini menyebabkan perkembangan pesat dalam industri senjata api otomatis.

- **Bahan Baku**

Komponen utama kuningan adalah tembaga. Jumlah kandungan tembaga bervariasi antara 55% sampai dengan 95% menurut beratnya tergantung pada jenis kuningan dan tujuan penggunaan kuningan. Kuningan yang mengandung persentase tinggi tembaga terbuat dari tembaga yang dimurnikan dengan cara elektrik. Yang setidaknya menghasilkan kuningan murni 99,3% agar jumlah bahan lainnya bisa di minimalkan. Kuningan yang mengandung persentase rendah tembaga juga dapat dibuat dari tembaga yang dimurnikan dengan elektrik, namun lebih sering dibuat dari scrap tembaga. Ketika proses daur ulang terjadi, persentase tembaga dan bahan lainnya harus diketahui sehingga produsen dapat menyesuaikan jumlah bahan yang akan ditambahkan untuk mencapai komposisi kuningan yang diinginkan.

Komponen kedua dari kuningan adalah seng. Jumlah seng bervariasi antara 5% sampai dengan 40% menurut beratnya tergantung pada jenis kuningan

Kuningan dengan persentase seng yang lebih tinggi memiliki sifat lebih kuat dan lebih keras, tetapi juga lebih sulit untuk dibentuk, dan memiliki ketahanan yang kurang terhadap korosi. Seng yang digunakan untuk membuat kuningan bernilai komersial dikenal sebagai spelter.

Beberapa kuningan juga mengandung persentase kecil dari bahan lain untuk menghasilkan karakteristik tertentu, Hingga 3,8% menurut beratnya. Timbal dapat ditambahkan untuk meningkatkan ketahanan. Penambahan timah meningkatkan ketahanan terhadap korosi, Membuat kuningan lebih keras dan membuat struktur internal yang lebih kecil sehingga kuningan dapat dibentuk berulang dalam proses yang disebut penempaan. Arsenik dan antimony kadang-kadang ditambahkan ke dalam kuningan yang mengandung seng lebih dari 20% untuk menghambat korosi. Bahan lain yang dapat digunakan dalam jumlah yang sangat kecil yaitu mangan, silikon, dan fosfor.



- **Jenis-Jenis Kuningan:**

•Kuningan Admiralty, Mengandung 30% seng, dan 1% timah.

•Kuningan Aich, Mengandung 60,66% tembaga, 36,58% seng, 1,02% timah, dan 1,74% besi. Dirancang untuk digunakan dalam pelayanan laut karena sifatnya yang tahan korosi, keras, dan tangguh.

- Kuningan Alpha, Memiliki kandungan seng kurang dari 35%. Bekerja dengan baik pada suhu dingin.
- Kuningan Alpha-beta (Muntz), sering juga disebut sebagai kuningan dupleks, mengandung 35-45% seng, Bekerja baik pada pada suhu panas.
- Kuningan Aluminium, Mengandung aluminium yang menghasilkan sifat peningkatan ketahanan korosi.
- Kuningan dr arsenikum, Berisi penambahan arsenik dan aluminium.
- Kuningan Cartridge, mengandung 30% seng, memiliki sifat kerja yang baik pada suhu dingin.

- Kuningan umum atau kuningan paku keling, mengandung 37% seng, murah dan standar sifat kerja baik pada suhu dingin.
- Kuningan DZR atau dezincification, adalah kuningan dengan persentase kecil arsenik.
- Kuningan Tinggi, mengandung 65% tembaga dan 35% seng, memiliki kekuatan tarik tinggi, banyak digunakan untuk pegas, sekrup, dan paku keling.
- Kuningan Bertimbal.
- Kuningan Bebas Timbal.
- Kuningan Rendah, paduan tembaga-seng mengandung 20% seng, memiliki sifat warna keemasan.
- Kuningan Mangan, kuningan yang digunakan dalam pembuatan koin dolar emas di Amerika Serikat. Mengandung 70% tembaga, 29% seng, dan 1,3% mangan.
- Kuningan nikel, terdiri dari 70% tembaga, 24,5% seng, dan 5,5% nikel. digunakan untuk membuat koin mata uang Poundsterling.
- Kuningan Angkatan Laut, mirip dengan kuningan admiralty, mengandung 40% seng dan 1% timah.
- Kuningan Merah, mengandung 85% tembaga, 5% timah, 5% timbal, dan 5% seng.
- Kuningan Tombac, mengandung 15% seng. Sering digunakan dalam aplikasi produk perhiasan.
- Kuningan Tonval (Juga disebut dengan CW617N atau CZ122 atau OT58), paduan tembaga-timbal-seng.
- Kuningan Putih, mengandung seng lebih dari 50%. Sifatnya sangat rapuh untuk penggunaan umum.
- Kuningan Kuning, adalah istilah Amerika untuk kuningan yang mengandung 33% seng.

➢ **Besi tuang (Cast Iron)**



Besi Tuang (Cast Iron) adalah Besi yang mempunyai Carbon content 2.5% – 4%. Oleh karena itu Besi Tuang yang kandungan karbonnya 2.5% – 4% akan mempunyai sifat MAMPU LASNYA (WELDABILITY) rendah. Karbon dalam Besi Tuang dapat berupa sementit (Fe_3C) atau biasa disebut dengan Karbon Bebas (grafit). Perlu di ketahui juga kandungan FOSFOR dan SULPHUR dari material ini sangat tinggi dibandingkan Baja.

Besi Tuang tidak dapat ditempa, tetapi jika besi tuang itu masih encer dan cair maka besi tuang itu dapat dimasukkan kedalam berbagai bentuk cetakan. Besi Tuang tidak terlalu mampu menahan tarikan dan juga tidak terlalu elastis, apabila ada tarikan yang besar terutama pada pelengkungan maka besi tuang ini akan cepat patah.Pipa bersoket adalah pipa besi tuang yang paling banyak didapat, pada ujung yang satu dari pipa tersebut ada bagian yang lebih lebar dan lebih tebal yaitu soketnya, pada ujung yang lain dinding pipa tidak dipertebal dan disebut ujung spigot (spigot end). Ujung spigot yang satu berukuran yang sesuaian dengan ujung soket pipa yang berikutnya.

Adapula pipa dengan Flensa pada kedua ujungnya, sehingga pipa-pipa tersebut dapat disambungkan dengan sebuah baut. Pipa berflensa biasanya hanya dipakay sementara untuk pipa saluran yang ada diatas permukaan tanah.

- **Fungsinya**

Pipa baja tuang adalah jenis pipa yang sangat keras dibanding pipa besi sejenis karena dengan hasil cor, karbon (Ca) sehingga mempunyai sifat carbon (sifat mengeras) dan tahan atas karat.

Oleh karenanya sangat sesuai digunakan sebagai penyaluran limbah industri pada proyek sanitasi (purification Plan). Akan tetapi cukup banyak pengusaha menggunakan bahan pipa baja tuang ini pada proyek kecil hingga sedang di gedung komersial.

- **Jenis, spesifikasi dan keistimewaan bahan dan fiting**

Bahan pipa besi tuang ini secara visual tampak/ visual agak kehitaman atau abu-abu, sangat kuat dan tahan pengaruh karat sehingga sangat sesuai sebagai baha n penyalur cairan limbah diperkotaan.

- **jenis Besi Tuang (Cast Iron)**
  - BESI TUANG PUTIH (WHITE CAST IRON).Dimana Besi Tuang ini seluruh karbonnya berupa Sementit sehingga mempunyai sifat sangat keras dan getas. Mikrostrukturnya terdiri dari Karbida yang menyebabkan berwarna Putih.
  - besi tuang mampu tempa (malleable cast iron).Besi Tuang jenis ini dibuat dari Besi Tuang Putih dengan melakukan heat treatment kembali yang tujuannya menguraikan seluruh gumpalan graphit (Fe_3C) akan terurai menjadi matriks Ferrite, Pearlite dan Martensite. Mempunyai sifat yang mirip dengab Baja.
  - besi tuang kelabu (grey cast iron).Jenis Besi Tuang ini sering dijumpai (sekitar 70% besi tuang berwarna abu-abu). Mempunyai graphite yang berbentuk flake. Sifat dari Besi Tuang ini kekuatan tariknya tidak begitu tinggi dan keuletannya rendah sekali (Nil Ductility).
  - Besi tuang nodular (nodular cast iron)nodular cast iron adalah perpaduan besi tuang kelabu. Ciri Besi tuang ini bentuk graphite flake dimana ujung – ujung flake berbentuk takik-an yang mempunyai pengaruh terhadap ketangguhan, keuletan & kekuatan oleh karena untuk menjadi lebih baik, maka graphite tersebut berbentuk bola (spheroid) dengan menambahkan sedikit inoculating agent,

- **Sifat Pipa Besi Tuang**

Sudah kita ketahui bahwa besi tuang sangat tahan terhadap karat. Kulit tuang Yang bersifat melindungi dapat menolak perusakan yang disebabkan pengaruh udara luar. Tapi nyatanya pada jenis-jenis permukaan tanah tertentu, besi itu bisa habis berkarat sementara zat karbonnya tetap tinggal. Oleh karena zat karbon ini mirip sekali dengan isi pensil, maka gejala ini disebut pemensilan pipa. Jadi, dalam kondisi seperti tadi pipa besi tuang harus dilindungi secara ekstra.

Oleh karena pabrikasi pipa besi tuang cukup sederhana, maka dalam banyak hal pipa ini masih merupakan pilihan yang cukup murah. Pipa dari besi tuang nodular dapat menahan tekanan

dari luar lebih baik daripada pipa besi tuang biasa. Pipa besi tuang nodular dipakai pada tempat-tempat di mana beban yang berubah semakin berat, Pipa besi tuang biasa (kelabu) lebih gampang digarap daripada pipa besi tuang nodular. Oleh sebab itu pipa dari besi tuang biasa yang menjadi pilihan utama. Apalagi kalau sebelumnya sudah diketahui akan banyak lubang-lubang (pada penyambungan sisi pipa) yang harus dibuat pada pipa itu.

Selain dibuat sebagai pipa lurus, Besi tuang juga dapat dituangkan untuk pembuatan pipa berprofil ataupun aksesoris dan peralatan dari jaringan saluran pipa. Oleh karena besi tuang hampir selalu dapat dituang dalam bentuk apapun, maka ia merupakan material pilihan untuk membuat asesoris. Dalam bidang distribusi air ada kebutuhan untuk membuat sejumlah besar macam ragam asesoris, seperti lengkungan, mulut pipa (nozzle), soket, katup, dan pipa peralihan. Pipa besi tuang juga hanya akan memakai asesoris dari besi tuang.Asesoris untuk pipa besi tuang harus mempunyai sifat yang sama dengan sifatmaterial pipanya.

c.Rangkuman

- Dalam pekerjaan Plambing kita sebagai pengguna bahan pipa yang setiap jenisnya mempunyai sifat dan karakteristik yang berbeda, perlu mengenal bahan pipa yang akan digunakan sehingga dalam pemilihan atau penentuan jenis/bahan untuk tujuan penggunaan tertentu harus betul-betul sesuai dengan yang kita inginkan.agar bahan tersebut Awet dan tahan lama.(tidak ada masalah dikemudian hari).
    - Pipa galvanis adalaah pipa besi lunak yang dilapisi dengan timah, pipa galvanis diproduksi dengan berbagai ukuran maupun ketebalan dindingnya, disesuaikan dengan kegunaannya ukuran panjang standar adalah 6 m.
    - Keuntungan pipa galvanis :
    - 1.tahan pecah
    - 2.tahan lama
    - 3.sambungannya menggunakan ulir
    - 4.permukaannya kuat
- Pipa PVC (Polyvinyl Chloride) adalah pipa plastik yang terbuat dari gabungan materi vinyl yang menghasilkan pipa yang ringan, kuat, tidak berkarat dan tahan lama. Hanya digunakan untuk intalasi air dingin saja.oleh karena itu pipa jenis ini paling banyak digunakan dimasyarakat umumnya di rumah tinggal.
- Pipa HDPE dikenal sebagai pipa yang mempunyai
    - Memiliki fleksibilitas tinggi (kekuatan tensil > 22 mPa dan elasitas > 700%).

- Memiliki kemampuan dalam menahan benturan (Impact Strength).
- Memiliki ketahanan akan temperatur rendah bahkan temperatur air beku.
- Ringan (mengapung di air) dengan densitas = 0.94 gr/cm3, sehingga mudah dalam penanganan dan transportasi.
- Metode penyambungan yang cepat dan mudah.
- Tahan terhadap korosi dan abrasi.
- Permukaan halus, akan meminimalisasi hilangnya tekanan.
- Sangat disarankan untuk distribusi air minum (bersahabat dengan lingkungan).
- Jangka waktu pemakaian 50 tahun.

➢ Pipa baja dalam pekerjaan plambing pada umumnya digunakan sebagai jalur pipa untuk pasokan energi, misalnya : air, gas, minyak, dan cairan mudah terbakar lainnya.

➢ Alasan mengapa pipa tembaga merupakan bahan pipa yang sangat baik untuk dipakai dalam pekerjaan plambing karena ;

(a) Sangat baik menahan karat, yang akan menjamin ketahanan dari sistem instalasi yang ada pada bangunan.

(b) Membantu menjaga kesehatan dan memelihara penyedian air yang sehat.

(c) Tembaga bersahabat dengan lingkungan karena bahan ini dapat didaur ulang 100%.

Selain itu pipa tembaga dapat digunakan dalam pekerjaan diantaranya :

- Penyediaan air minum
- Penyediaan air panas
- Gas untuk pemanas ruangan dan memasak
- Pemanas air terpusat
- Instalasi pipa uap
- Pemampatan udara / peneumatic
- Pelayanan refrigerasi
- Pembuangan air kotor
- Penyegaran udara/ AC

➢ Pipa Beton adalah bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen atau bahan perekat sejenisnya,air, batu koral dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu pipa beton itu.Digunakan untuk saluran limbah, terowongan, dan irigasi.

- Kuningan adalah paduan logam tembaga dan logam seng dengan kadar tembaga antara 60-96% massa. Warna kuningan bervariasi dari coklat kemerahan gelap hingga ke cahaya kuning keperakan tergantung pada jumlah kadar seng.

  Dalam pekerjaan plambing bahan kuningan ini banyak digunakan pada pembuatan alat asesoris misalnya kran-kran alat plambing, sambungan dan lain-lain.
- Selain dibuat sebagai pipa lurus, Besi tuang juga dapat dituangkan untuk pembuatan pipa berprofil ataupun aksesoris dan peralatan dari jaringan saluran pipa. Oleh karena besi tuang hampir selalu dapat dituang dalam bentuk apapun, maka ia merupakan material pilihan untuk membuat asesoris. Dalam bidang distribusi air ada kebutuhan untuk membuat sejumlah besar macam ragam asesoris, seperti lengkungan, mulut pipa (nozzle), soket, katup, dan pipa peralihan. Pipa besi tuang juga hanya akan memakai asesoris dari besi tuang.Asesoris untuk pipa besi tuang harus mempunyai sifat yang sama dengan sifat material pipanya.

d. Tugas

1. Buatlah diagram kelebihan dan kekurangan dari setiap jenis pipa yang digunakan didalam pekerjaan plambing ?

e. Tes Formatif

I. SOAL PILIHAN GANDA

Selesaikan soal dibawah ini dengan memilih salah jawaban paling tepat dari a,b,c atau d:

1. salah satu yang tidak boleh digunakan untuk penyaluran air dari pipa galvanis (GIP) adalah:
   a. penyaluran untuk air dingin
   b. penyaluran untuk air panas
   c. penyaluran untuk tangki air,
   d. penyaluran untuk air bawah tanah.

2. Salah satu kelebihan pipa dari pipa PVC adalah :
   a. Tahan terhadap karat
   b. Daya dukungnya sangat kuat
   c. Tahan terhadap tekanan tinggi
   d. Bisa di las sebagai pengganti sambungan

3. Pipa baja lunak yang digalvanisir adalah:
   a. Pipa jenis GIP
   b. Asbestos cement (AC)
   c. Copper tubing (Cu)
   d. Cast iron (CI)

4. Memastikan ukuran Ø /diameter luar adalah pada jenis pipa:
   a. Pipa galvanis
   b. Cast iron (CI)
   c. Copper tubing (Cu)
   d. PVC.

5. Pipa yang hanya digunakan untuk saluran air limbah saja adalah:
   a. pipa tembaga
   b. pipa besi
   c. Pipa Baja
   d. Besi tuang.

6. Ciri pipa baja berdinding tebal (schedule) diantaranya sebagai berikut, kecuali:
   a. Schedule 140
   b. Schedule 120
   c. Schedule 50
   d. Schedule 40

7. Pipa yang dapat disambung dengan las Brazing adalah :

a. Pipa PVC
b. Pipa Baja
c. Pipa Tembaga
d. Pipa Beton.

8. Sambungan pipa ulir terdapat pada pipa ::
a. PVC
b. HDPE
c. Tembaga
d. Galvananis

9. PVC adalah singkatan dari :
a. Polly Vinyl crom
b. Polly vinyl conection
c. Polyvinyl clori,
d. Polivinil klorida.

10. Pipa tembaga jenis rool / gulung termasuk kepada pipa yang:
a. Lunak,
b. Setengah lunak,
c. Keras
d. Sangat keras.

11. Sistem sambungan las busur (listrik) pipa baja lunak berikut baik dilakukan, kecuali pada:
a. Pipa baja lunak (mild steel pipe),
b. Pipa baja karbon (carbon mild steel),
c. Pipa HDPE)
d. Pipa tembaga (copper tubing)

12. Pipa beton jenis ini adalh untuk menyalurkan air limbah, air hujan, gorong gorong:
a. Beton bertulang.
b. Beton tidak bertulang,

c. Beton rangka baja,
d. Beton tipis.

13. Pipa kuningan pada pekerjaan plmbing digunakan untuk
    a. Instalasi gas
    b. Jaringan air limbah
    c. Instalasi uap
    d. Instalasi air pada alat plambing

14. Pipa yang disambung dengan pengeleman adalah:
    a. Pipa Besi,
    b. Pipa HDPE,
    c. Pipa beton,
    d. Pipa PVC.

15. Panjang pipa GIP (Galvanize) dipasarang adalah:
    a. 6 meter,
    b. 8 meter,
    c. 5 meter
    d. 4 meter

Essay.

1. Jelaskan sekurang-kurangnya 2 jenis bahan pipa yang sangat sesuai sebagai bahan penyalur untuk penyediaan air bersih untuk air dingin dan air panas ? ...

2. Berikanlah dengan komentar singkat dan padat perbedaan antara pipa PVC dan pipa HDPE ?

ii. Kunci Jawaban

I. SOAL MENJODOHKAN

No	huruf	Jawaban
1	b	Air panas
2	d	Polivinil klorida.
3	a	Pipa GIP
4	d	PVC
5	c	Pipa Besi tuang
6	c	Schedule 50
7	c	Safety goggle
8	d	Pipa GIP
9	b	Medium B
10	a	Lunak
11	c	roll
12	b	Beton tidak bertulang
13	d	Instalasi air untuk alat plambing
14	d	Pipa GIP
15	a	6 Meter

iii. Lembar Kerja Siswa

Kegiatan Belajar 2

Sambungan pipa

1. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari kegiatan belajar 2, diharapkan Anda dapat :

1) Menjelaskan Jenis – jenis bahan sambungan pipa dalam pekerjaan Plambing
2) Mengklasifikasikan jenis-jenis bahan sambungan pipa untuk pekerjaan plambing
3) Menjelaskan sifat dan karakteristik bahan – bahan sambungan pipayang digunakan dalam pekerjaan plambing
4) Menjelaskan Jenis – jenis bahan alat penyambung yang dipergunakan dalam pekerjaan Plambing
5) Mengklasifikasikan jenis-jenis bahan alat penyambung

2. Uraian Materi

Dalam pemasangan instalasi jaringan perpipaan mutlak membutuhkan alat penyambung, karena keterbatasan panjang, dan bentuk pipa yang dijual di pasaran dan diproduksi dari

pabrik, maka dalam pekerjaan suatu instalasi kita tak terlepas dari penyambungan-penyambungan pipa. Ukuran panjang standar panjang pipa per batang umumnya adalah 4 sampai 6 m disamping yang berbentuk roll seperti pipa PE. Pada suatu instalasi pipa (baik air bersih maupun air kotor) banyak dijumpai sambungan, belokan,perubahan ukuran diameter atau hubungan lainnya. Untuk keperluan tersebut telah diproduksi bermacam-macam alat sambung dari berbagai ukuran maupun jenis bahan yang sesuaidengan bahan pipanya.

Ada beberapa jenis tipe sambungan berdasarkan teknik pembuatannya yang paling banyak digunakan, yaitu:

• Sambungan dengan pengelasan

• Sambungan dengan menggunakan ulir

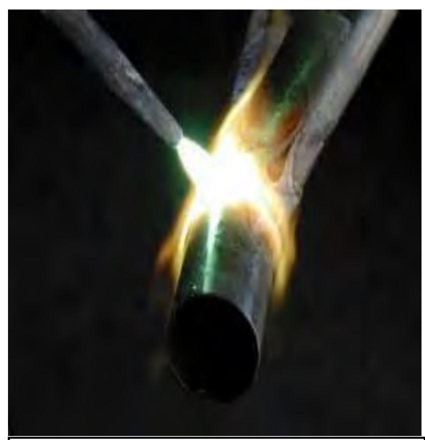
• Sambungan dengan pengeleman/perekatan

• Sambungan dengan sambungan dengan klem (untuk pipa plastik dan fiber)

. Sambungan dengan menggunakan baut penguat (Flens)



Sambungan pia besi



Sambungan pia tembaga





Sambungan Flens



Sambungan slang/klem



Sambungan las PVC



Sambungan las PVC

Teknik sambungan pipa pada percabangan dapat dikelompokan sebagai berikut:

- Sambungan langsung (stub in)
- Sambungan dengan fittingss (sejenis alat penyambung)
- Sambungan dengan flanges

1. Jenis Penyambungan pipa

dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu :

1. Jenis pipa tanpa sambungan (pembuatan pipa tanpa sambungan pengelasan)
2. Jenis pipa dengan sambungan (pembuatan pipa dengan pengelasan)

Komponen perpipaan :

Komponen perpipaan harus dibuat berdasarkan spesifikasi standar yg terdaftar dalam simbol dan kode yg telah dibuat atau dipilih sebelumnya.

2. Komponen Perpipaan

Komponen perpipaan yg dimaksud disini meliputi :

1. Pipes (pipa-pipa)
2. Flanges (flens-flens)
3. Fittings (sambungan)
4. Valves (katup-katup)
5. Boltings (baut-baut)
6. gasket
7. Specials items

Selain sambungan seperti diatas terdapat pula penyambungan khusus dengan menggunakan pengeleman (perekatan) serta pengkleman (untuk pipa PVC dan pipa vibre glass).

Jenis jenis sambungan khususnya yang sering dipakai dalam peralatan maupun pemasangan

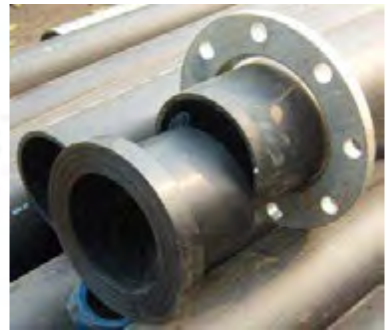
3. Alat Sambungan

pipa untuk pekerjaan plambing yaitu alat sambungan :

1. Male adapter (jantan)
2. Female adapter(betina)
3. Cap (tutup)
4. Male connection
5. Female connection
6. Plug (sumbat)
7. Male bulkhead (jantan kepala banyak)
8. Female bulkhead (betina kepala banyak)
9. 90 derajat union elbow (siku union 90 derajat)
10. Male 90 derajat elbow
11. Female 90 derajat elbow
12. Reducer (pemerkecil)
13. Insert (penyisip)
14. Union(union)
15. Union Tee
16. Red union (union pemerkecil)
17. Union cross

iv. Flens



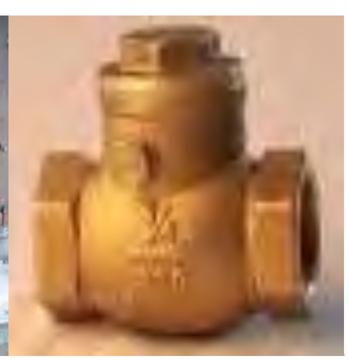


Jenis-jenis flens (flanges) terdiri dari :

1. Blind flange (flens buta)
2. Weld neck flange (flens las di leher)
3. Weld neck orifice flange (flens orifis las di leher)
4. Slip on flange (flange sambungan langsung)
5. So. red flange (flens memperkecil sambungan sock)
6. SW red flange (flens memperkecil sambungan sock di las)
7. Socket weld flange (flens sambungan sock di las)
8. Threaded flange (flens sambungan ulir)
9. Stub flange (flens tonggak)
10. ST red flange (flens memperkecil ST)
11. LPA joint flange (flens sambungan LPA)
12. Socket type flange(flange tipe sock)
13. Weld neck red flange (flens memperkecil las dileher)

v. katup






Jenis jenis katup dalam pekerjaan instalasi plambing adalah sebagai berikut :

1. Gate Valve (katup pintu)= Fungsi untuk membuka & menutup sepenuhnya
2. Ball valve (katup bola)= Fungsi untuk membuka & menutup dan mangatur aliran fluida secara lebih cepat
3. Globe valve (katup dunia) = Fungsi untuk mengatur besar kecilnya aliran & tekanan
4. Check Valve (katup cek)= Fungsi untuk mencegah aliran ke satu arah saja
5. Butterfly valve (katup kupu-kupu)= Fungsi untuk membuka & menutup aliran lebih cepat
6. Diaphragma valve (katup diaphragma)= Fungsi untuk membuka & menutup dengan diaphragma
7. Knife gate valve (katup pintu pisau)
8. Needle valve (katup jarum)
9. Plug valve (katup sumbat)
10. Wafer check valve (katup cek wafer)

pada dasarnya alat penyambung ini dikelompokkan dalam dua bagian :

A. Jenis sambungan dengan pengelasan :

1. 45 derajat elbow
2. 90 derajat elbow
3. 180 derajat elbow
4. Concentric reducer (pemerkecil sepusat)
5. Eccentric reducer (pemerkecil tak sepusat)
6. Tee
7. Cross (silang)
8. Cap (tutup)
9. Red Tee (pemerkecil tee)
10. Swage concentric BSE (sweg sepusat ujung bevel)
11. Swage eccentric (sweg tak sepusat ujung bevel)

Jenis sambungan dengan ulir

1. Bushing (paking)
2. Cap (tutup)
3. Coupling
4. Red coupling (kopling pemerkecil)
5. 45 derajat elbow
6. 95 derajat elbow

7. 45 derajat lateral
8. Reducer (pemerkecil)
9. Tee
10. Red Tee
11. Cross (silang)
12. Plug (sumbat)
13. Union
14. Swage concentric (sweg sepusat)
15. Swage eccentric (sweg tak sepusat)
11. Inline mixer (pengaduk dalam)
12. Exhaust head (kepala pembuangan)
13. Instruments

vi. Jenis gasket





Jenis gasket sebagai kelengkapan dari sambungan pipa yang perlu diketahui karena berfsi sebagai bahan /alat kelengkapan sambungan agar sambungan tidak bocor. adalah sebagai berikut

1. Ring gasket
2. Oval ring gasket
3. Full face gasket
4. Flat ring gasket
5. Spiral gasket

vii. Jenis bol

1. Machine bolt (baut mesin)
2. Stud bolt (baut paku)

3. Cap screw (ulir penutup)

Berikut ini dapat dilihat beberapa contoh penyambungan pipa yang menggunakanalat penyambung, untuk mengubah arah aliran atau memperkecil jalur pipa. Jenis-jenissambungan antara lain :

Socket

- Digunakan untuk memperpanjang pipa (menyambung pipa lurus)
- Diameter pipa yang disambung sama dengan penyambunganMemakai ulir dalam.

Elbow Galvanis

- Siku dalam system perpipaan digunakan untuk mengubah arah aliran fluida denganmenyambungkan sebuah pipa dengan pipa yang lain. Siku adalah pipa fitting dipasang antara dua batang pipa atau tabung untuk memungkinkan perubahan arah, biasanya 90 ° atau 45 °.
- Menggunakan ulir dalam.

Elbow PVC

- Digunakan untuk membelokkan aliran.

Bend

- Digunakan untuk membelokkan arah aliran beradius besar
- Menggunakan ulir dalam F dan M5.

Tee Stuck

- Sambungan T (fitting tee) merupakan jenis sambungan yang paling umum digunakan.Jenios fitting T yaitu tee equal dan fitting tee non equal. Digunakan untuk menggabungkan duaaliran fluida (split) dari arah yang berlawanan.

Reducer Elbow

- Reducer adalah sambungan belokan komponen dalam pipa yang mengurangi pipa ukuran dari yang lebih besar untuk menanggung yang lebih kecil (dalam diameter). Panjang pengurangan biasanya samadengan rata-rata diameter pipa yang lebih besar dan lebih kecil. Ada dua jenis utama dariconsentric reducer dan eccentric reducer.Reducer dapat digunakan baik sebagai nozzle ataudiffuser tergantung pada jumlah machaliran.

Reducer Socket

- Reducer Soket adalah sambungan lurus komponen dalam pipa yang mengurangi pipa ukuran dari yang lebih besar untuk menanggung yang lebih kecil (dalam diameter). Panjang

pengurangan biasanya sama dengan rata-rata diameter pipa yang lebih besar dan lebih kecil. Ada dua jenis utama dariconsentric reducer dan eccentric reducer.Reducer dapat digunakan baik sebagai nozzle ataudiffuser tergantung pada jumlah machaliran.

Cross

- Biasa juga disebut dengan sambungan empat arah (4-way fittings).Sambungan silangmemiliki satu masukan (inlet) dan tiga keluaran (outlet) atau sebaliknya.Sambungan silang dapatmenghasilkan tegangan yang besar pada pipa dan perubahan temperature, karena fitting silangmerupakan titik pertemuan empat koneksi saluran.

Barrel Union

- Salah satu jenis sambungan pipa, biasanya digunakan sebagai sambungan akhir untuk menghubungkan pipa satu dengan lainnya dalam suatu rangkaian instalasi pipa.

Dop (F)

- Salah satu jenis sambungan pipa, biasanya digunakan untuk menutup aliran aliran fluida cair atau gas pada ujung saluran pipa. Sambungan ini dapat berupa sambungan dengan las, ulir maupun solder.

Plug

- Salah satu jenis sambungan pipa, biasanya digunakan untuk menutup aliran aliran fluidacair atau gas pada ujung saluran pipa. Sambungan ini dapat berupa sambungan dengan las, ulir maupun solder.

Stop Kran (Gate Valve)

- Digunakan untuk mengatur aliran yang masuk dalam gedung
- Dipasang sebelum meteran
- Dapat menutup / menghentikan aliran pada saat perbaikan

Kran

- Digunakan untuk penutupan atau pengeluaran air pada tempat tertentu sebagai kran pemakaian

Bushis

- Digunakan untuk menyambung 2 buah pipa yang berlainan ukuran diameternya yang satu menggunakan ulir luar dan yang lebih kecil didalamnya ulir dalam.

Hexakonal Nipple

- Digunakan untuk mengencangkan sambungann pipa, bentuk sambungan ini segi enam,ditengah alat ini digunakan untuk mengencangkan sambungan dengan bantuan kuncipipa.16.

Meteran Kran

- Digunakan untuk mengecek/melihat banyaknya debit air yang telah dipakai.

Sambungan pipa pvc

Pipa PVC Poly Vinyl chloride adalah pipa yang terbuat dari Vinyl yaitu semacam plastik .Pipa PVC memiliki sifat yang tahan lama, tidak berkarat, kuat, ringan, tahan terhadap zat kimia, murah harganya dan mudah instalasinya. Dengan banyaknya keunggulan sifat pipa PVC maka penggunaannya sangat luas baik untuk keperluan industri maupun rumah tangga

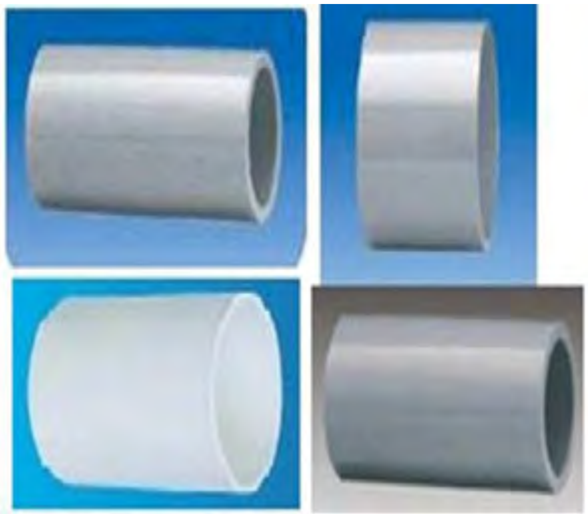
Berikut daftar Asesoris Pipa PVC dan kegunaannya :

1. Batang Pipa PVC



Batang pipa PVC merupakan bagian lurus dari pipa PVC dan merupakan bagian utama dari sistim instalasi dengan pipa PVC. Biasanya diperdagangan ukuran panjang per batangnya 4, 5 dan 6 meter.

2. Soketk Pipa PVC



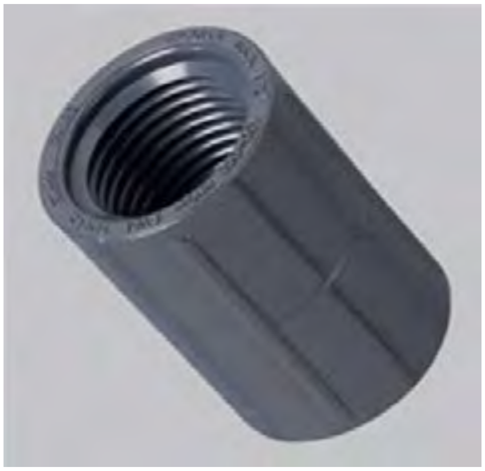
Soketk Pipa PVC digunakan untuk menyambung dua bagian yang lurus dari Pipa PVC.

3. Soket Pipa PVC Drat Luar



Soket pipa drat luar pada kedua ujung shocknya memiliki ulir / derat di bagian luar.

4. Sokek Pipa PVC Drat Dalam



Soket pipa drat dalam pada kedua ujung shocknya memiliki ulir / drat di bagian dalam

.

5. Soket drat-polos

Soket pipa drat Luar-Polos pada salah satu ujung Soketnya memiliki ulir / drat di bagian luar dan dan pada bagian dalam ujung lainnya polos



6. Soket Derat Dalam-Polos

Soket pipa drat Dalam-Polos pada salah satu ujung Soketnyanya memiliki ulir / derat di bagian dalam dan ujung lainya tanpa drat / polos



7. Soketk Pipa PVC Derat luar-Dalam



Shock pipa derat Luar-Dalam pada salah satu ujung shocknya memiliki ulir / derat di bagian dalam dan ujung lainya memiliki derat dibagian luar

8. Elbow / Knee / L Pipa PVC



Sesuai namanya maka Knee / Elbow / L adalah shock berbentuk L yang berfungsi untuk menyambung pipa PVC dengan Pipa PVC lain atau dengan asesori di tempat yang membutuhkan blokan

9. Elbow / Knee / L Pipa PVC Polos

Elbow / Knee / L Pipa PVC Polos kedua ujungnya tanpa derat / ulir

10. Elbow / Knee / L Pipa PVC Polos-Derat Dalam



Elbow / Knee / L Pipa PVC Polos-Derat Dalam pada salah satu ujung memiliki ulir / derat di bagian dalam dan ujung lainya tanpa derat / polos

11. Elbow / Knee / L Pipa PVC 45 derajat



12. T Pipa PVC



T Pipa PVC digunakan untuk membuat cabang saluran pipa PVC. Seperti asesori lain pipa PVC juga terdiri dari beberapa jenis ada yang dengan derat dan juga ada yang tanpa derat seperti terlihat pada gambar berikut :



13. Dobel T Pipa PPVC



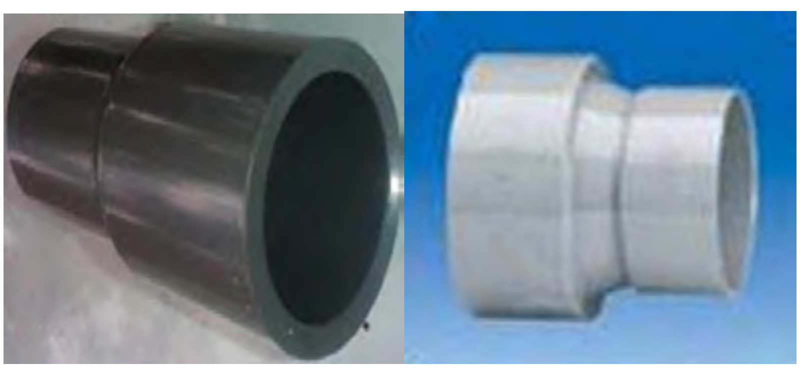
14.Dop . Cap pipa PVC



15. Dop . Cap pipa PVC digunakan untuk menutup saluran pada ujung pipa PVC



16. Adapter / Reducer / Transision pipa PVC



Adapter / Reducer / Transision pipa PVC digunakan untuk menyambung dua buah pipa PVC yang berbeda ukurannya.

17. Seal Tape pipa PVC



Seal Tape pipa PVC digunakan untuk melapisi derat pipa PVC agar tidak bocor

18. Lem Pipa PVC



Lem Pipa PVC digunakan untuk merekatkan sambungan pipa PVC

- **Sambungan pipa gip (galvanis)**

Pipa Galvanis adalah pipa besi yang ditutupi dengan lapisan pelindung seng yang dapat sangat mengurangi kecenderungan pipa untuk menimbulkan korosi serta memperpanjang harapan hidup tabung agar awet. Pipa GIP atau pipa besi galvanis digunakan untuk intalasi air bersih dingin saja, tidak dianjurkan untuk pipa air panas.biasanya pipa ini digunakan untuk Jaringan pipa PDAM, rumah tinggal dan lain-lain, sebagaimana diketahui pipa galvanis disambung dengan sistemulir.

Berikut daftar Asesoris Pipa GIP dan kegunaannya :

• Soket Pipa Galvanize



Soket ini digunakan untuk menyambung pipa lurus yang satu dengan pipa lainnya.

• Tee pipa Galvanize



Sambungan T ini digunakan untuk menyambung pipa lurus bercabang satu dengan pipa lainnya.

• Reducing soket (Flock sock)



Sambungan Reducing soket ini digunakan untuk menyambung pipa yang berdiameter besar ke pipa yang berdiameter kecil.

• Bareel Union



Sambungan Barerel union (Water mur) yaitu untuk menyambung pipa yang satu dengan pipa lainnya dan berguna sebagai sambungan akhir pada suatu instalasi pipa besar ke pipa yang berdiameter kecil

• Bushes Galvanize (Pleuring)



Sambungan Bushes yaitu untuk menyambung pipa yang satu dengan pipa lainnya dari pipa berdiameter besar ke pipa berdiameter kecil.

• Elbow drat luar



Sambungan Elbow drat yaitu untuk menyambung perubahan arah aliran / belokan, ujung yang satu berulir luar dan satunya lagi berulir dalam.

• Cros



Sambungan croos yaitu untuk menyambung pipa bercabang empat

• Double Nipple



Double Nipple adalah sambungan pipa galvanize lurus yang berurir luar

• Lock nut



Locknut adalah jenis alat untuk menguatkan sambungansambungan yang longgar pada ulir panjang.

• Plug



Plug adalah sambungan penutup yang berulir luar

• Cup



Cup adalah sambungan penutup yang berulir dalam

- **Sambungan pipa Tembaga**.

  Pipa tembaga merupakan pipa yang kuat dan tahan lama, biasanya digunakan untuk instalasi air dingin dan air panas

  Berikut daftar Asesoris Pipa GIP dan kegunaannya :



Soket



Reducer Soket



Union (water mur)



Reducing soket

	
Soket drat luar	Knee/Elbow

	
Cuop/Dop	Tee stuck



- **Sambungan Pipa Kuningan**

Pipa uningan adalah paduan logam tembaga dan logam seng dengan kadar tembaga antara 60-96% massa. Warna kuningan bervariasi dari coklat kemerahan gelap hingga ke cahaya kuning keperakan tergantung pada jumlah kadar seng. Biasanya fitting kuningan ini digunakan untuk instalasi pipa air panas dan pipa gas.

JENIS ALAT SAMBUNG DARI KUNINGAN



















- **Sambungan Pipa HDPE**

Pipa HDPE (high-density polyethylene) adalah pipa yang terbuat dengan bahan polyethylene dengan kepadatan tinggi sehingga jenis pipa yang dihasilkan dapat menahan daya tekan yang lebih tinggi. Karakteristik pipa HDPE adalah kuat, lentur/flexible dan tahan terhadap bahan kimia.Pipa HDPE (High Density Poly Ethylene) merupakan sistem perpipaan yang terpercaya dengan karakteristik yang istimewa dan sesuai untuk aplikasi air minum bertekanan karena terbuat dari Polyethylene (PE). Materialnya memiliki tingkat keretakan yang rendah, daya tahan impact yang tinggi dan elastisitas yang tinggi sehingga memiliki life time lebih dari 50 tahun. Pipa Pipa HDPE tersedia dalam bentuk batangan dan gulungan (coil), sehingga mempermudah dalam proses transportasi dan instalasi.

material pipa ini terdiri dari 2 (dua) jenis :

•PE 80 (design stress 6.3 Mpa)

•PE 100 (design stress 8 MPA)

Sistem penyambungan Pipa HDPE memiliki beberapa macam alternatif yaitu :

•Fusion Welded Joints (Butt Fusion dan Electrofusion)

•Mechanical Compression Joints

•Stub end & Flange Adaptor



Elbow polos



Long Elbow 90deg (spigot)



Stub End



elbow 45deg



Tee Reduce



Tee Union (Water mur)/ Elbow union



Elbow drat luar Union (Water mur)



Soket union (water mur)





Adaptor T Cabang

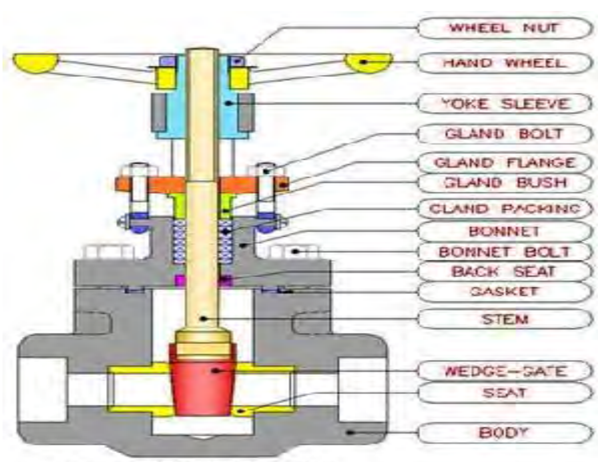
viii. Katup/valve

Katup atau *valve*, adalah sebuah alat untuk mengatur aliran suatu fluida dengan menutup, membuka atau menghambat sebagian dari jalannya aliran. Contoh yang mudah adalah keran air. Adalah kewajiban bagi seorang insinyur pipa untuk mengetahui setidaknya dasar-dasar dari valve ini.

Bebeberapa macam katup yang sering digunakan adalah sebagai berikut.

1. *Gate Valve*

Bentuk penyekatnya adalah piringan, atau sering disebut *wedge*, yang digerakkan ke atas bawah untuk membuka dan menutup. Biasa digunakan untuk posisi buka atau tutup sempurna dan tidak disarankan untuk posisi sebagian terbuka.

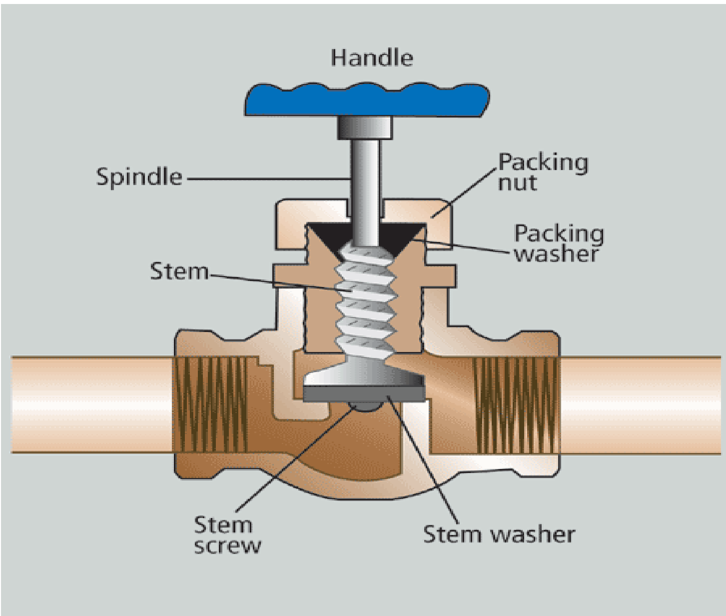


Forged Steel Gate Valve
Pr. Rating : 800#



2. Globe Valve

Digunakan biasanya untuk mengatur banyaknya aliran fluida.





3. Butterfly Valve

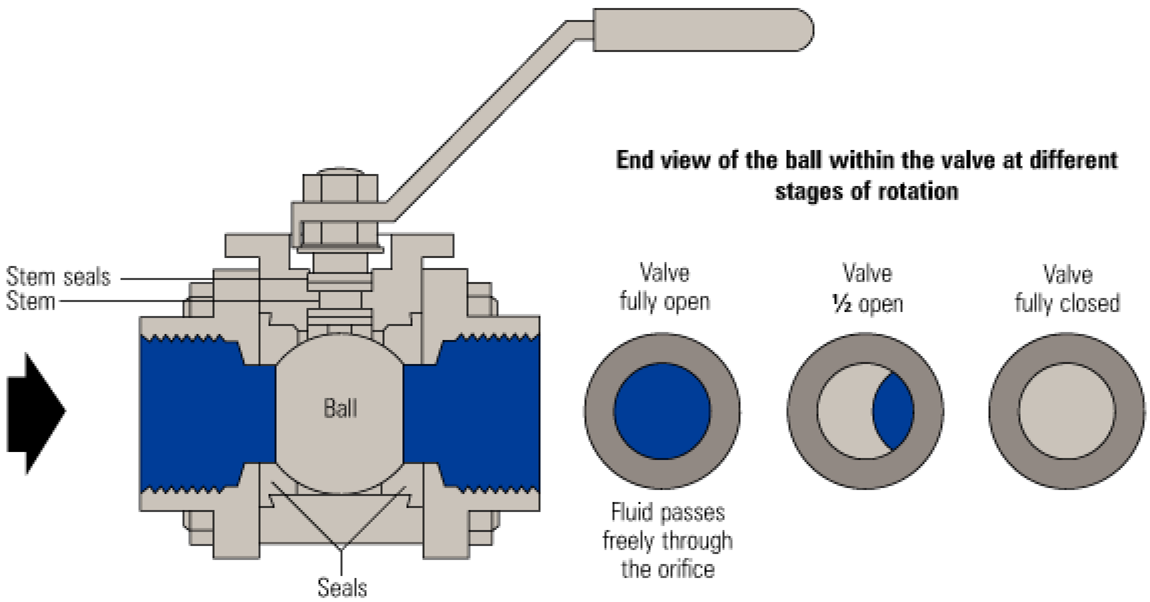
Bentuk penyekatnya adalah piringan yang mempunyai sumbu putar di tengahnya. Menurut disainnya, dapat dibagi menjadi concentric dan eccentric. Eccentric memiliki disain yang lebih sulit tetapi memiliki fungsi yang lebih baik dari concentric. Bentuknya yang sederhana membuat lebih ringan dibandingkan valve lainnya.





4. Ball Valve

Bentuk penyekatnya berbentuk bola yang mempunyai lubang menerobos ditengahnya.

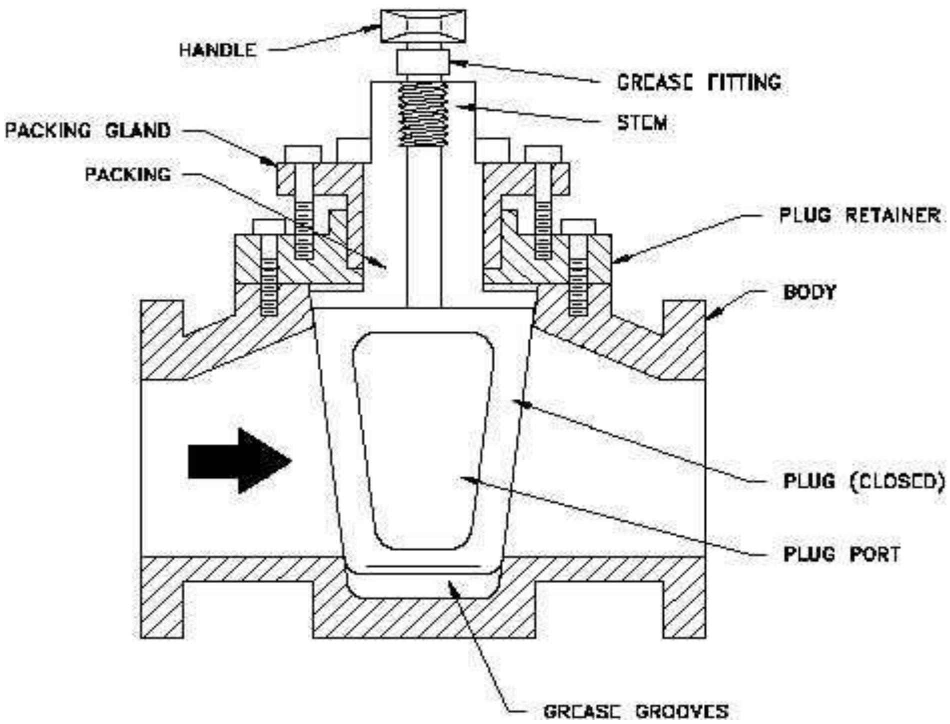






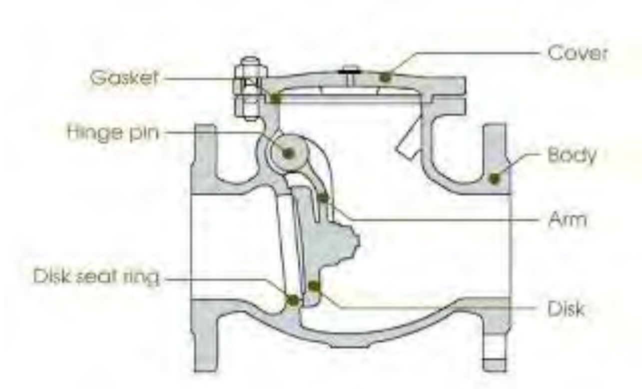
5. Plug Valve

Seperti ball valve, tetapi bagian dalamnya bukan berbentuk bola, melainkan silinder. Karena tidak ada ruangan kosong di dalam badan valve, maka cocok untuk fluida yang berat atau mengandung unsur padat seperti lumpur.



6. Check Valve atau Non-Return Valve

Mempunyai fungsi untuk mengalirkan fluida hanya ke satu arah dan mencegah aliran ke arah sebaliknya. Mempunyai beberapa tipe lagi berdasarkan bagian dalamnya seperti double-plate, swing, tilting, dan axial.



Bermacam jenis katup

Dari macam-macam jenis katup diatas, apa dasar dan bagaimana menentukan katup yang akan digunakan?

Pertama yang kita lihat adalah fungsi. Katup yang hanya akan digunakan untuk posisi buka atau tutup sempurna, gate, butterfly, ball atau plug dapat digunakan. Jika katup akan digunakan untuk mengatur banyaknya arus (digunakan dalam kondisi antara buka dan tutup) maka globe valve adalah yang paling sesuai. Lain halnya kalau fungsi yang dibutuhkan adalah mencegah adanya arus balik, maka check valve adalah satu-satu nya pilihan.

Setelah itu kita lihat dari ukurannya. Ball, plug atau globe valve cocok untuk ukuran kecil, tetapi untuk ukuran besarkatup akan menjadi sangat berat, tidak efektif dan tidak ekonomis. Menggantinya menjadi butterfly valve adalah suatu jalan yang biasa diambil untuk katup berukuran besar. Tetapi perlu diperhatikan juga bahwa butterfly valve tidak biasa digunakan untuk fluida bertekanan tinggi.

Lalu bagaimana cara memilih antara gate dan ball valve yang keduanya mempunyai fungsi yang sama? Struktur dari ball valve memunkinkan penggunaan soft/resilient seat untuk bagian penyekat. Dengan soft seat tersebut, ball valve bisa dibuat dengan jaminan zero leakage yang tidak bisa diaplikasikan pada gate valve. Selain itu, ball valve juga mempunyai sistem quarter turn yang memungkinkan menutup dan membuka katup dengan cepat. Tetapi dengan kelemahan soft seat yang rentan terhadap suhu tinggi, gate valve memiliki keunggulan dengan berat yang lebih ringan dan lebih ekonomis walaupun tidak menjamin zero leakage.

Disinilah dibutuhkan kemampuan seorang insinyur pipa yang bisa mempertimbangkan berbagai hal dalam mengambil keputusan katup manakah yang harus digunakan. Dalam menghadapi hal semacam itu, biasanya seorang insinyur akan mempertimbangkan pelajaran dari disain sebelumnya, baik dari pengalamannya sendiri ataupun dari data-data yang ada.

Tabel berikut adalah contoh pegangan untuk memilih katup yang sesuai.

JENIS KATUP	MENYEKAT MENGISOLASI	MENGATUR BANYAK ARUS
GATE	**	*
GLOBE	**	***
BUTTERFLY	**	**
BALL/PLUG	***	*
CHEK	x	x

(Keterangan: x=poor, *=fair, **=good, ***=excellent)

Untuk mempermudah memahami bentuk dan bagaimana penggunaan masing-masing katup diatas, penjelasan oleh salah satu perusahaan pembuat katup berikut mungkin dapat membantu. Klik di http://www.kitz.co.jp/english2/type_index.html

Readmore:http://mesinmusamus.webnode.com/course-materials/perpipaan/valve/

- **Sambungan Flange**

Flange adalah istilah untuk salah satu jenis sambungan yang digunakan saat menyambung antara pipa dan elemennya dengan katup, bejana, kolom reaksi, pompa dan lainnya. Beberapa teknik sambungan selain flange adalah menyambung langsung dengan las (welding joint) atau menyambung dengan uliran (threaded joint) seperti menyambung baut dengan mur.

Macam-macam Flange

Sambungan yang paling sempurna jika dilihat dari sisi pencegahan bocor dan ketahanan akan tekanan fluida yang mengalir adalah menyambung langsung dengan las. Tetapi dengan las membuat sambungan itu bersifat permanen, yang bukan merupakan hal baik jika sambungan itu butuh dilepas untuk perawatan atau perbaikan. Las juga tidak bisa diaplikasikan jika ada bagian dalam yang tidak tahan akan suhu tinggi yang dihasilkan proses las. Sambungan dengan threaded joint dapat dibongkar pasang, tetapi tidak bisa diaplikasikan untuk sambungan dengan ukuran besar dan bertekanan tinggi. Karena itu, walaupun dengan flange akan menambah berat material dan membutuhkan baut, mur dan gasket, flange tetap banyak digunakan.

Sesama flange direkatkan dengan baut dan mur. Karena adanya kekasaran pada permukaan metal, sambungan metal dengan metal tidak akan mencegah kebocoran. Karena itulah dibutuhkan juga gasket diantara flange untuk menutupi celah-celah kecil dari kekasaran permukaan flange sehingga tidak bocor sama sekali.

Tidak seperti pipa yang ketebalannya dapat disesuaikan dengan tekanan fluida yang mengalir, flange mempunyai keterbatasan dari sisi pembuatannya. Karena itu, flange tidak desain satu per satu menurut tekanan fluida, tetapi dikelompokkan menjadi beberapa kelas dan itu sudah distandarisasikan sejak lama. Flange dapat dibagi menjadi kelas 150, 300, 600, 900, 1500, 2500. Ini adalah sebutan kelas yang menunjukkan setinggi apa tekanan yang dapat diaplikasikan. Misalnya untuk suhu kamar dengan tekanan fluida sampai 20 bar dapat menggunakan kelas 150, tekanan sampai 50 bar menggunakan kelas 300, tekanan sampai 100 bar menggunakan kelas 600 dan seterusnya.

Daya tahan terhadap tekanan tersebut juga bergantung pada suhu dan material. Daftar maksimum tekanan yang dapat diaplikasikan menurut suhu dan material disebut dengan Pressure Temperature Rating, atau disingkat dengan PT Rating. Pembagian kelas dan PT rating ini juga dipakai untuk desain katup dan gasket.
Standar untuk metal flange biasanya menggunakan ASME B16.5, B16.47 atau MSS SP 44. Untuk gasket menggunakan ASME B16.20 atau B16.21. Dan untuk katup menggunakan ASME B16.34









- **Meter air**

Meteran Air (Water Meter) ini adalah spare part instalsi air pada bangunan gedung yang menghubungkan/ sebagai pembatas antara instalasi/jaringan pipa yang dipasok oleh PDAM dengan instalasi rumah tinggal/bangunan yang berfungsi untuk mengukur jumlah air yang di pakai atau yang keluar dari sumber air.suatu cara dimana perusahaan air minum menghasilkan pendapatan untuk membayar pengeluaran, menetapkan biaya yang sesuai kepada pelanggan, mencegah pemborosan air, dan yang utama adalah meter air inilah yang merupakan penghubung atau alat komunikasi antara perusahaan air minum dengan pelanggannya.

Informasi yang dihasilkan oleh meter air yaitu berupa ketetapan nilai dari laju debit yang telah digunakan dengan ketentuan nilai tersebut sesuai dengan standar yang berlaku. Standar dalam menentukan nilai tersebut dikenal dengan nilai akurasi. Nilai akurasi yang telah ditentukan harus berdasarkan standar international ISO 4064. Nilai akurasi dari meter air ini jelas akan mempengaruhi dari tingkat kehilangan air. Nilai akurasi yang baik dari meter air maka tingkat kehilangan air persentasenya akan menurun. Meteran Air (Water Meter) berbentuk bulat dari bahan plastik (HDPE) yang mempunyai ukuran input 3/4" dan output 3/4". Ukuran output dan input ini dapat diubah menjadi I/O 1/2" dengan mengganti konektornya ke ukuran 1/2". Jumlah air yang diukur ditunjukkan oleh display digital dalam satuan liter (0,1 s/d 99999). Meteran air ini mampu mengukur air dengan flow rate nominal (Qn) 1,5 m3/h dan flow rate maximum (Qmax) 3 m3/h

Model-model meteran air :



y. Kran air

Kran air adalah salah satu kebutuhan yang setiap rumah kemungkinan besar sangat dibutuhkan, KRAN adalah perangkat untuk mengendalikan aliran zat cair (air) pada saluran pipa atau sejenisnya dengan membuka ataupun menutup sebuah lubang.

Pada dasarnya fungsi keran adalah seperti diatas, tetapi karena kebutuhan manusia akan kenyamanan, maka fungsinya bisa berkembang menjadi lebih jauh sesuai dengan tingkat kenyamanan yang ingin dicapai. Sebagai contoh adalah keran yang hendak kita pasang di dapur, kerena keinginan pemakai supaya pancaran air bisa dipindahkan kekanan dan kekiri maka terciptalah KRAN DAPUR (Kitchen Faucet atau Sink Tap). Masih banyak macam-macam keran yang nanti akan kita bahas. Supaya bahasan bisa lebih bermanfaat ke banyak kalangan, maka kita batasi bahasan pada Kran yang digunakan pada rumah tangga.

Model kran maupun bahan kran juga perlu diketahui untuk kenyamanan dan keindahan si penggunan, banyak sekali model kran sesuai dengan penempatan dimana kran itu akan dipasang





Kran gambar di atas terbuat dari bahan kuningan, plastik, krom, Chrome,Stainless,

k. Trap

Trap (water seal) sering juga disebut Perangkap adalah alat perangkap yang dipasang secara tetap di dalam air untuk jangka waktu tertentu yang memudahkan ikan masuk dan mempersulit keluarnya. alat ini biasanya di buat dari bahan alami, sperti bambu, kayu, atau bahan buatan lainnya seperti jaring.




i. Rangkuman

Pada rangkuman materi berikut ini akan di lakukan rangkuman agar memudahkan para siswa memahami materi sesuai tahapan kerja.

Perencanaan distribusi air bersih harus dipikirkan secara matang. Perencanaan yang tidak matang akan mengganggu pendistribusian air. Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam merencanakan sistem pemipaan air bersih di rumah. Diantaranya selain , mengenal jenis-jenis pipa, perlu mengenal, sistem sambungan, fitting dan aksesori.bahan penyambung agar tidak salah dalam memilih dan memakai sambungan.

- Jenis sambungan
  1. Bushing (paking)
  2. Cap (tutup)
  3. Coupling
  4. Red coupling (kopling pemerkecil)
  5. 45 derajat elbow
  6. 95 derajat elbow
  7. 45 derajat lateral
  8. Reducer (pemerkecil)
  9. Tee
  10. Red Tee
  11. Cross (silang)
  12. Plug (sumbat)
  13. Union
  14. Swage concentric (sweg sepusat)
  15. Swage eccentric (sweg tak sepusat)
  11. Inline mixer (pengaduk dalam)
  12. Exhaust head (kepala pembuangan)
  13. Instruments
- Jenis gasket
  1. Ring gasket
  2. Oval ring gasket
  3. Full face gasket
  4. Flat ring gasket
  5. Spiral gasket

- Jenis bol
    1. Machine bolt (baut mesin)
    2. Stud bolt (baut paku)
    3. Cap screw (ulir penutup)
- Jenis-jenis katup :
    1. Gate Valve (katup pintu)= Fungsi untuk membuka & menutup sepenuhnya
    2. Ball valve (katup bola)= Fungsi untuk membuka & menutup dan mangatur aliran fluida secara lebih cepat
    3. Globe valve (katup dunia) = Fungsi untuk mengatur besar kecilnya aliran & tekanan
    4. Check Valve (katup cek)= Fungsi untuk mencegah aliran ke satu arah saja
    5. Butterfly valve (katup kupu-kupu)= Fungsi untuk membuka & menutup aliran lebih cepat
    6. Diaphragma valve (katup diaphragma)= Fungsi untuk membuka & menutup dengan diaphragma
    7. Knife gate valve (katup pintu pisau)
    8. Needle valve (katup jarum)
    9. Plug valve (katup sumbat)
    10. Wafer check valve (katup cek wafer)
- Jenis-jenis flens (flanges) terdiri dari :
    1. Blind flange (flens buta)
    2. .Weld neck flange (flens las di leher)
    3. Weld neck orifice flange (flens orifis las di leher)
    4. Slip on flange (flange sambungan langsung)

y. Tugas:

1. Jelaskan sekurang-kurangnya 10 jenis sambungan dari bahan pipa
2. Berikanlah dengan komentar singkat dan padat bahwa pipa tembaga sangat baik untuk sistem intalasi air bersih ?

d. Tes Formatif

SOAL TEORI KEJURUAN

Mata Pelajaran : Teknologi bahan Plambing 1

Tahun Diklat :

Bentuk Soal : Pilihan Ganda, dan Essay

Petunjuk Umum:

1. Isikan Identitas Anda ke dalam Lembar Jawaban Evaluasi.
2. Periksa dan bacalah soal-soal sebelum Anda menjawab, di isi pada Lembar Jawaban.
3. Laporkan kepada pengawas ujian apabila terdapat lembar soal yang kurang jelas, rusak, atau tidak lengkap.
4. Tidak diijinkan menggunakan kalkulator, HP, atau alat bantu hitung lainnya.
5. Periksalah pekerjaan Anda sebelum diserahkan kepada pengawas ujian.

I. SOAL PILIHAN GANDA

Selesaikan soal dibawah ini dengan memilih salah jawaban paling tepat dari a,b,c atau d:

1. Pada gambar, nama fiting di D adalah:

a. Dop
b. Elbow
c. Kran
d. Tee



2. Pipa baja lunak yang digalvanisir adalah:

a. Pipa jenis GIP
b. Asbestos cement (AC)
c. Copper tubing (Cu)
d. Cast iron (CI)

3. Memastikan ukuran Ø /diameter luar adalah pada jenis pipa:

a. Pipa galvanis

b. Cast iron (CI)
c. Copper tubing (Cu)
d. PVC.

4. Tidak termasuk ukuran standard pipa 6 m:
a. Copper tubing (Cu)
b. Cast iron (CI)
c. Stainless steel (SS)
d. PVC.

5. Kelebihan pipa HDPE , kecuali:
a. panjang pipa 4 meter
b. anti karat
c. flexible
d. tahan terhadap tekanan tinggi

6. Salah satu fiting yang tidak memiliki lubang adalah:
a. Gate valve
b. Blind flange
c. Butterfly valve
d. Check valve.

7. Stop valve dipasang di … :
a. Diantara ujung-ujung pasangan pipa
b. Ujung pipa saja
c. Diantara system pipa
d. Dimana saja pada system pipa.

8. Fungsi dari barrel union adalah:
a. merobah arah aliran air,
b. memperkecil aliran air,
c. menyambungkan dua pipa lurus (sebagai sambungan akhir),
d. untuk memperbesar aliran air.

9. Yang bukan sambungan pipa baja karbon berikut ini adalah …:

a. Sambungan las,

b. Sambungan fiting,

c. Sambungan lem,

d. Sambungan flens.

10. Sifat paling dominan pipa baja karbon adalah:

a. Kuat mengatasi karat,

b. Getas,

c. Kuat menahan tekanan,

d. Kekuatan tinggi.

11. Bahan sambunganpipa logam yang paling tahan dan kuat terhadap karat adalah, pipa:

a. galvanis,

b. besi tuang,

c. tembaga,

d. baja lunak.

12. Sambungan flens adalah adalah:

a. Seal tape/rol tip,

b. Lem dan meni besi,

c. Sambungan las karbit,

d. Sambungan baut & mur.

13. komponen dalam pipa yang mengurangi pipaukuran dari yang lebih besar untuk menanggung yang lebih kecil (dalam diameter).:

a. Elbow

b. Water mur,

c. Tee,

d. Reducer.

14.Salah satu jenis sambungan pipa, biasanya digunakan untuk menutup aliran aliran fluidacair atau gas pada ujung saluran pipa.

a. Elbow,

b. Knee

c. Tee,

d. Dop.

15. Biasa juga disebut dengan sambungan empat arah (4-way fittings).:

a. Elbow

b. Water mur,

c. Croos,

d. Nut.

z. Kunci Jawaban

SOAL MENJODOHKAN

Nomor Soal	Jawaban
1	B
2	A
3	D
4	D
5	D
6	B
7	A
8	C
9	C
10	C
11	B
12	D
13	D
14	D
15	C

f. Lembar Kerja Siswa

Bahan saniter

a. Tujuan Pembelajaran 3

Setelah mempelajari kegiatan belajar 3, diharapkan anda dapat:

1. Memahami pengertian dan definisi Sanitasi secara umum dan khusus,
2. Mengenal dan mengetahui maksudnya unit saniter plambing,
3. Mengenal fungsi dari setiap jenis alat saniter
4. Mengenal bahan tambah saniter bila akan melakukan pekerjaan sanitasi Plambing,
5. Mengenal secara visual (minimal) alat dan perlengkapan alat sanitasi Plambing,
6. Mampu menjawab/menyelesaikan evaluasi teori dalam modul.

b. Uraian Materi

1. Pengertian Dasar Unit Saniter

Satuan alat saniter adalah Fixture Units (FU)atau UnitAirFixtureSupply (WSFU) didefinisikan dalam KodePlumbingUniform(UPC), yaitu Satuan ukuran minimal diameter pipa air bersih dan limbah terpasang pada unit saniter yang dapat digunakanuntuk menentukanpasokanair bersih dan buangan air limbah, untukperlengkapandan sistemlayanan perlengkapan saniter plambing.

Untuk memudahkan pengertian agar jelas terlihat pembedaan antara kata sifat dan kata benda

Dalam hal ini adalah: fixture Unit artinya satuan nama alat saniter(sanitary) yang berupa unit yang jelas yaitu: seperti Hand basin, WC duduk dsb yang merupakan wadah/sarana pembuangan limbah baik langsung maupun tidak langsung dari badan manusia, biasanya terbuat bahan yang kuat tahan lama, hiegenis, tahan terhadap pengaruh karat serta bersih.

Sanitasi Plambing adalah pemahaman dan kompetensi mencakup pemahaman arti hingga pemahaman yang mencakup aplikasi berbagai peralatan yang diperlukan, bahan yang diperlukan, metoda pemasangan, faktor dan pemahaman keselamatan dan kesehatan kerja, faktor evaluasi/uji coba hasil kerja hingga langkah pembuatan laporan hasil kerja.

Sementara sanitationbaca-sanitation(kata sifat) secara mudah/gamblang adalah diartikan sebagai perlakuan penyehatan lingkungan atau manusia agar tidak menimbulkan akibat tidak sehat kepada manusia atau lingkungannya.

Fixture Units (FU) dimaksud antara lain sebagai berikut:

1. Bak mandi rendam (Bath tub)

2. Bidet atau Bidai
3. Unit Mesin cici piring (Dishwasher domestic)
4. Pancuran Minum (Drinking Fountain)
5. Bak cuci tangan (lavatory)
6. Bak cuci piring di bar (bar Sink)
7. Bak pembersih pel (Washup basin)
8. Bak cuci piring (Kicthen Sink)
9. Mesin cuci pakaian (Laundry Sink)
10. Pancuran Mandi (Shower head)
11. Urinal dengan tank gelontor
12. WC dengan tank gravitasi
13. WC dengan tank flushometer dll

2. Fungsi peralatan plambing

Fungsi dari peralatan plambing adalah untuk menyediakan air bersih ke tempat–tempat yang dikehendaki dengan tekanan yang cukup dan jumlah yang dikehendaki, serta untuk membuang air kotor dari tempat–tempat tertentu tanpa mencemarkan bagian–bagian penting lainnya. Sistem plambing merupakan sarana yang penting, oleh karena itu kesalahan dalam perencangan, pemasangan instalasi plambing atau pemeliharaan dari peralatan plambing dapat membahayakan jiwa manusia. Sehingga pedoman pelaksanaan, standar yang menyangkut peralatan dam instalasi plambing yang baik sangat diperlukan.

Fungsi peralatan plambing

- Menyediakan air bersih ke tempat2tertentu dg tekanan cukup danair panas bila diperlukan
- Menyalurkan air kotor dari tempat2tertentu tanpa mencemarilingkungan
- Menyediakan air untuk mencegah kebakaranJenis peralatan plambing
- peralatan untuk penyediaan air bersih/minum
- Peralatan untuk penyediaan air panas
- Peralatan untuk penyaluran air buangan, ven dan unit pengolahannya bila diperlukan
- Peralatan saniter (plambing fixtures), peralatan dapur, mencuci(laundry)
- Peralatan pemadam kebakaran
- Peralatan pengolahan limbah padat
- Peralatan penyediaan gas, oksigen, udara, dll

3. Jenis peralatan plambing

Sistem plambing tidak terlepas dari peralatan plambing yang tersedia, sehingga sistem plambing yang baik tergantung pada kelengkapan dari alat- alat yang akan digunakan.

Adapun peralatan plambing ini meliputi :

Peralatan untuk penyediaan air bersih / air minum.

Peralatan untuk penyediaan air panas

Peralatan untuk pembuangan dan ven

Peralatan saniter (Plambing fixtures)

Selain itu peralatan–peralatan plambing juga mencakup :

Peralatan pemadam kebakaran

Peralatan pengolah air kotor (tangki saptic)

Peralatan dapur

Peralatan untuk mencuci (laundry)

Peralatan pengolah sampah

Instalasi pipa lainnya berupa ; instalasi pipa zat asam, zat lemas, udara kempa, air murni, air steril dan juga perpipaan vakum (untuk menyedot)

Nilai-nilaiSatuanDrainase Fixture(DFU) didefinisikan dgn KodePlumbingUniform(UPC)dan dapat digunakan untukmenentukan kapasitasdrainaseyang diperlukan dariperlengkapandan sistemlayanan mereka.

Tabel 1.1Satuan Ukuran Unit Saniter

No.	Pemakaian individual	Ukuran Minimum	Peralatan individual,Fixture min, Ukuran Nilai Fixture satuan Drainase	
		Inci	Pasangan Privat	Pasangan Publik
1	Bar sink	1 1/2	1	1
2	Bathroom (water closet, lavatory, bidet dan Tub or shower)	3	6	-
3	Bathtub	1 1/2	2	2
4	Bidet	1 1/4	1	
5	Bidet	1 1/2	2	
6	Clothes Washer	2	3	3

7	Dishwasher, domestic	1 1/2	2	2
8	Drinking fountain	1 1/4	0.5	0.5
9	Floor drain	2	2	2
10	Shower	2	2	2
11	Laundry tub	1 1/2	2	2
12	Lavatory	1 1/4	1	1
13	Bar sink	1 1/2	1	
14	Kitchen sink, domestic	1 1/2	2	2
15	Laundry sink	1 1/2	2	2
16	Service atau mop basin	2		3
17	Urinal	2	2	2
18	Water closet with gravity tank	3	3	4
19	Water closet with flushometer tank	3	3	4

- **Material alat saniter Plambing**

jenis bahan peralatan Saniter (alat-alat Plambing)

Saniter selalu berhubungan dengan berhubungan dengan sanitasi, yaitu alat atau produk yang mengakomodasi berbagai kebutuhan akan sanitasi dan kelengkapannya guna mengubah paradigma yang kurang higienis dan disesuaikan dengan gaya hidup modern.

Dalam memilih produk saniter tidak hanya memikirkan untuk kepentingan desain dan fungsi kamar mandi saja tetapi juga untuk keperluan higienis kita sehari-hari. Dengan banyaknya jenis dan ragam produk saniter yang tersedia dengan bahan-bahan yang dapat dipilih sesuai dengan keinginan konsumen.

Jenis bahan yang umum digunakan untuk peralatan plambing saniter adalah :

- Keramik
- Fiberglas
- Plat besi
- Kaca

Dari produk bahan mentah untuk pembuatan /produk alat saniter masing masing mempunyai spesifikasinya.baik bentuk/model serta estetika masing-masing.

1. **Keramik**



Keramik pada awalnya berasal dari bahasa Yunani keramikos yang artinya suatu bentuk dari tanah liat yang telah mengalami proses pembakaran.

Kamus dan ensiklopedia tahun 1950-an mendefinisikan keramik sebagai suatu hasil seni dan teknologi untuk menghasilkan barang dari tanah liat yang dibakar, seperti gerabah,genteng, porselin, dan sebagainya. Tetapi saat ini tidak semua keramik berasal dari tanah liat. Definisi pengertian keramik terbaru mencakup semua bahan bukan logam dan anorganik yang berbentuk padat. (Yusuf, 1998:2).

Umumnya senyawa keramik lebih stabil dalam lingkungan termal dan kimia dibandingkan elemennya. Bahan baku keramik yang umum dipakai adalah felspard, ball clay, kwarsa, kaolin, dan air. Sifat keramik sangat ditentukan oleh struktur kristal, komposisi kimia dan mineral bawaannya. Oleh karena itu sifat keramik juga tergantung pada lingkungan geologi dimana bahan diperoleh. Secara umum strukturnya sangat rumit dengan sedikit elektron-elektron bebas.

Kurangnya beberapa elektron bebas keramik membuat sebagian besar bahan keramik secara kelistrikan bukan merupakan konduktor dan juga menjadi konduktor panas yang jelek. Di samping itu keramik mempunyai sifat rapuh, keras, dan kaku. Keramik secara umum mempunyai kekuatan tekan lebih baik dibanding kekuatan tariknya.

- **Bahan-bahan keramik**

Bahan utama dalam pembuatan keramik adalah tanah liat. Tanah liat sebagai bahan pokok untuk pembuatan keramik, merupakan salah satu bahan yang kegunaanya sangat menguntungkan bagi manusia karena bahannya yang mudah didapat dan pemakaian hasil jadinya yang sangat luas.

Keramik merupakan material padat, campuran inorganik yang terdiri dari elemen-elemen metalik dan nonmetalik terikat bersama melalui ikatan ionik atau kovalen. Sebagian besar keramik termasuk ke dalam campuran-campuran seperti silika (SiO_2) dan alumina (Al_2O_3). Bila diproses secara tepat sehingga memiliki kemurnian tinggi, mereka menunjukkan biokompatibilitas yang sempurna (satu fungsi dari insolubilitas dan inertnesskimia) dan ketahanan wear yang tinggi (keras, licin, permukaan hidrofilik). Material keramik merupakan material yang sangat kaku dan brittle, namun sangat kuat di bawah beban kompresi. Dalam orthopedi, keramik merupakan material yang baik untuk dua aplikasi yang sangat berbeda. Pertama, termasuk penggunaannya dalam komponen-komponen arthroplastisendi total sebagai keramik penuh, seperti alumina dan zirkonia, dengan ke-inert-an dan ketahanan wear yang lebih superior dibandingkan alloy-alloy metalik. Kedua, termasuk pemakaian keramik, sepert ikalsium fosfat dan bioglass (SiO_2-Na_2O-CaO-P_2O_5), sebagai pengganti graft tulang dan sebagai selubungan osteokonduktif untuk implan-implan metalik, memungkinkan permukaan-permukaan di mana tulang akan berikatan dengan peralatan tersebut. Keberhasilan dan keterbatasan keramik pada aplikasi-aplikasi tersebut dapat dipahami melalui pertimbangan akan ikatan-ikatan, struktur, dan sifat-sifat mereka.

- **Sifat keramik**

Sifat yang umum dan mudah dilihat secara fisik pada kebanyakan jenis keramik adalah britle atau rapuh, hal ini dapat kita lihat pada keramik jenis tradisional seperti barang pecah belah, gelas, kendi, gerabah dan sebagainya, coba jatuhkan piring yang terbuat dari keramik bandingkan dengan piring dari logam, pasti keramik mudah pecah, walaupun sifat ini tidak berlaku pada jenis keramik tertentu, terutama jenis keramik hasil sintering, dan campuran sintering antara keramik dengan logam. sifat lainya adalah tahan suhu tinggi, sebagai contoh keramik tradisional yang terdiri dari clay, flint dan feldfar tahan sampai dengan suhu 1200 C, keramik engineering seperti keramik oksida mampu tahan sampai dengan suhu 2000 C. kekuatan tekan tinggi, sifat ini merupakan salah satu faktor yang membuat penelitian tentang keramik terus berkembang.

- **Struktur keramik (mikro keramik)**

Kebanyakan keramik memiliki struktur mikro poligranuler yang sama seperti alloy metalik. Sifat-sifat keramik tercatat luas karena karakteristik mikrostrukturnya, termasuk ukuran grain, porositas, dan tipe dan distribusi fase-fase dalam masing-masing grain. Sebagaimana halnya dengan alloy metalik, struktur mikro keramik dapat diubah secara bermakna melalui teknik-teknik pemrosesan thermal.

Satu teknik tersering fabrikasi material keramik adalah mencampur partikel-partikel halus dari material dengan air dan satu pengikat organik dan menekan mereka ke dalam satu mold untuk membentuk sesuai yang diinginkan. Selanjutnya dikeringkan melalui pemanasan untuk menguapkan airnya dan membakar habis bahan pengikatnya. Bagian ini kemudian di-fired atau sintered pada satu temperatur yang lebih tinggi. Proses ini menjadikannya densifikasi sebagaimana partikel-partikel masuk ke dalam kontak dekat yang terarahkan oleh mekanisme-mekanisme seperti difusi, evaporasi, dan kondensasi yang mengurangi energi permukaan total dalam bagian itu. Sebagaimana halnya dengan casting alloy metalik, mikro struktur yang terjadi (sehingga juga sifat-sifatnya) dari bagian keramik akan bergantung pada kontrol dari variabel-variabel kunci dalam pemrosesannya. Sebagai contoh, strength adalah berbanding terbalik secara proporsional baik dalam hal ukuran grain maupun porositas. Ukuran grain dapat dikontrol melalui ukuran awal partikel-partikel yang akan diguneakan membentuk bagian, di mana semakin kecil ukurannya maka semakin kecil ukuran grain yang didapat. Bagimanapun, ukuran grain akan meningkat selama pemrosesan berlangsung, di mana porositas akan dikurangi, sehingga sintering time adalah sangat penting.

- **Memilih alat saniter**

Berikut adalah tips yang dapat Anda gunakan untuk memilih produk saniter yang baik.

Wastafel (Washbasin)

Fungsi utama wastafel adalah untuk memcuci muka, tangan, dan gosok gigi. Atau bisa juga untuk mencuci alat kosmetik kecil. Memilih ukuran wastafel sangat tergantung dari tujuan pemakaian. Untuk ruang yang sempit seperti pesawat terbang, kereta api, tempat praktek dokter, apartemen, dianjurkan memkai ukuran yang kecil, sehingga dapat ditempatkan di sudut ruangan untuk menghemat tempat. Bagi ruangan yang cukup lebar, dianjurkan memakai

ukuran yang sedang sekitar 50-55 cm. Ukuran terbesar dapat mencapai 65-70 cm. Makin besar sebuah wastafel semakin praktis dan makin banyak manfaatnya.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam memilih alat saniter antara lain :

- Untuk wastafel keramik berglasur, pilihlah wastafel yang permukaan glasurnya rata, mengkilap dan bebas dari pinhole (lubang jarum), retak glasur, dan retak body.Banyaknya pinhole dan retak glasur akan menyebabkan penyerapan kotoran, sehingga wastafel kelihatan dekil dam kumal, serta tidak sehat.
- Pilihlah bentuk wastafel yang akurat, artinya bentuk dan ukurannya memenuhi syarat pemasangan dan syarat pemakaian. Wastafel yang sisi pertemuan dengan dinding tidak rata, akan menyebabkan wastafel terpasang miring ke depan. Di samping tidak bagus terlihat, juga berbahaya karena memungkinkan wastafel lepas dan jatuh. Permukaan wastafel harus rata dan tidak bergelombang agar menghindari menumpuknya air dan kotoran mengendap di glasur.
- Setiap wastafel harus diberikan lubang overflow. Lubang overflow harus lebih rendah dari sisi bowl wastafel untuk menghindari air keluar dari wastafel bila penuh.
- Wastafel yang dipilih harus mempunyai kedalaman minimum 12-13 cm. Agar air tidak muncrat keluar waktu pemakaian. Ukuran panjang dan lebar bagian dalam wastafel yang paling praktis adalah 40x30cm.
- Pemilihan warna wastafel bergantung pada selera konsumen. Pilihan warna untuk 10 tahun terakhir ini sudah sangat terbatas, yaitu putih, bone, ivory, dan beige. Warna-warna tua sudah tidak lagi menjadi pilihan. Pemilihan model juga bergantung pada selera konsumen.







2. Kloset

Kloset adalah alat saniter kotorang (Soil Fixtures)

Jenis Kloset dibagi menjadi 2 yaitu :

e) kloset jongkok
f) kloset duduk.

Untuk kloset jongkok sendiri dibagi menjadi 3 yaitu :

a. model U-Trap,
b. model S-Trap, dan
c. model Back Supply.

- **Kloset jongkok**

adalah kloset jongkok dari keramik yang paling sederhana dan berukuran kecil sehingga dapat dibuat dengan harga lebih murah dan ekonomis. Jenis kloset ini biasanya digunakan untuk pemasangan di lantai atas. Adapun cara pembilasnya dengan siram.



kloset jongkok keramik yang dilengkapi dengan pembilas air dari belakang, sehingga lebih praktis. Biasanya dipergunakan di rumah sakit atau tempat-tempatumum yang tidak menyediakan air pembilas.



- **Kloset duduk**

adalah kloset (Monoblok) dari keramik yang mempunyai saluran pembuangan S Trap yang lebih sempurna dan lebih higienis. Ditambah dengan tangki penggelontor (CISTERN) Pemasangannyapun lebih muda.



Kloset duduk juga terdiri dari beberapa model yaitu :

- Monoblok (One Piece)



One piece mempunyai struktur tangki air dan bowl (badan kloset) yang jadi satu. Produk ini menyatukan fungsi model dan bentuk menjadi indah efektif. Oleh karena pembuatannya lebih kompleks, kloset ini harganya relatif lebih mahal. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam memilih monoblok adalah ukuran lubang duduknya (bowl) jangan terlalu kecil agar tidak menyulitkan saat melakukan aktivitas pembersihan terutama untuk orang gemuk dan besar,

tinggi tempat duduknya juga harus pas agar nyaman, selain itu hindari permukaan air yang tinggi, sehingga tidak terjangkau tangan waktu pembersihan. Dan yang terakhir adalah carilah kloset yang merek dan penjualnya bonafide, sehingga tidak mengalami kesulitan after sales service dikemudian hari, berkaitan dengan suku cadang.

- Duoblok (Three Pieces)



Tree Piece memiliki 3 bagian yaitu bowl, tangki air dan tutup tangki air. Jenis kloset ini termasuk yang paling umum dipakai. Selain memiliki lubang duduk yang besar dan tempat duduk kloset yang tinggi, sistem pembilasannya juga sempurna. Pembilasan yang umumnya ditemukan dalam pasar duoblok adalah model wash dawn, siphon jet dan P-Trap.

- Model Wash Down



Model ini mempunyai sistem pembilasan yang paling sederhana, dan harga lebih murah. Adapun permukaan air dalam kloset lebih rendah dan sempit, sehingga kadang-kadang kotoran dapat melekat pada dinding bowl yang perlu dibersihkan sewaktu-waktu. Jumlah kebutuhan air relatif sedikit.

• Model Siphon Jet



Siphon Jet mempunyai model pembilasannya lebih kompleks, agak mahal biaya pembuatannya tetapi mempunyai beberapa kelebihan seperti sekat airnya lebih tinggi, sehingga bau air kotornya tidak terlalu menyengat, daya pembilasannya lebih bersih, permukaan air dalam kloset lebih besar sehingga kotoran tidak melekat di bowlnya. Tetapi kelemahannya ``adalah memerlukan air yang lebih banyak dan tekanan yang memadai.

• Model P-Trap

Model ini biasa dipakai di gedung bertingkat tinggi. Sistem pipa air kotornya dikumpulkan dalam satu kesatuan. Model ini sangat tidak dianjurkan untuk rumah biasa.

3. Bak Berendam



Bak Mandi Rendam (bath tube) Berfungsi untuk mencuci seluruh anggota badan, digunakan dengan cara merendam diri. Dalam bak mandi rendam terdapat 2 keran:

1. keran air panas dipasang di sebelah kiri
2. keran air dingin dipasang di sebelah kanan.

Bak mandi rendam terbuat dari plastic, logam, dan keramik, ukuran panjang bak mandi rendam minimal 160 cm dan tinggi kira-kira 10-13 cm diatas bakProduk saniter yang dipakai untuk

berendam ini memang memberikan sensasi yang menyegarkan tubuh sekaligus untuk menenangkan pikiran. Dilihat dari cara pemasangannya ada 2 jenis bak berendam yaitu yang dapat berdiri sendiri (free standing) dan yang dapat ditanam. Untuk yang free standing lebih baik diletakkan ditengah ruangan atau memiliki jarak dengan dinding dan saniter lain agar dapat menonjolkan desainnya yang unik. Jenis bak berendam yang ditanam lebih menghemat tempat dan biasanya dipasang dengan beton serta dilapisi oleh keramik. Jenis ini ada yang bentuknya menyudut dan dipilih untuk menyiasati kamar mandi yang luasnya terbatas serta ada pula yang bentuknya ergonomis. Yang canggih adalah jenis whirlpool / jacuzzy, dilengkapi oleh deretan lubang kecil yang menyemburkan air bertekanan tinggi sehingga memberi sensasi dipijat / massage saat digunakan.



4. Bidet

Bidet adalah sejenis bak pencuci yang dipakai untuk buang air kecil sekaligus membersihkan bagian paling pribadi dari perempuan. Jenis produk saniter ini memiliki pemipaan yang disembunyikan di dalam dinding sedangkan bagian mangkuknya ada yang menggantung di atas dinding dan ada pula yang bertumpu di lantai. Untuk pemasangannya, tempatkan bidet setinggi dan sedekat mungkin dengan kloset agar pemakaian ruang efisien.



5. Urinal

Urinoar adalah jenis produk saniter yang berbentuk mirip kantong yang menggantung di dinding dan dipakai untuk kebutuhan buang air kecil kaum laki-laki. Cara kerja bidet dan urinoar mirip dengan kloset, dilengkapi dengan keran tekan untuk membilas air.



6. **Alat plambing Fiberglas**



Kaca serat (Bahasa Inggris: fiberglass) atau sering diterjemahkan menjadi serat gelasadalah kaca cair yang ditarik menjadi serat tipis dengan garis tengah sekitar 0,005 mm – 0,01 mm. Serat ini dapat dipintal menjadi benang atau ditenun menjadi kain, yang kemudian diresapi dengan resin sehingga menjadi bahan yang kuat dan tahan korosi untuk digunakan sebagai badan mobil dan bangunan kapal. Dia juga digunakan sebagai agen penguat untuk banyak produk plastik; material komposit yang dihasilkan dikenal sebagai plastik diperkuat-gelas (glass-reinforced plastic, GRP) atau epoxy diperkuat glass-fiber (GRE), disebut "fiberglass" dalam penggunaan umumnya.

Pembuat gelas dalam sejarahnya telah mencoba banyak eksperimen dengan gelas giber, tetapi produksi masal dari fiberglass hanya dimungkinkan setelah majunya mesin. Pada 1893, Edward Drummond Libbey memajang sebuah pakaian di World Columbian Exposition menggunakan glass fiber dengan diameter dan tekstur fiber sutra. Yang sekarang ini dikenal sebagai "fiberglass", diciptakan pada 1938 oleh Russell Games Slayter dari Owens-Corning sebagai sebuah material yang digunakan sebagai insulasi. Dia dipasarkan dibawah merk dagang Fiberglas

Fibreglass Composite adalah salah satu dari sekian banyak bahan banyak bahan konstruksi hasil rekayasa yang karena sipat-sipatnya dapat menggantikan bahan konstruksi konvensional seperti: kayu, logam (besi, alumunium dan lain-lain,) , kaca dan sebagainya.Piber berasal dari kata Fibre pipe mempunyai sifat sedikit kaku dan serat fiber tetapi agak sulit disambung dengan las, sehingga lebih sesuai dengan menggunakan bahan lem dan fiting yang sesuai dengan ukuran/diameter fiber,

Selain itu dapat disambung dengan menggunakan fiting pipa yang sesuai dengan ukuran dan tipenya.
Bahan fiber sendiri memiliki sifat tembus pandang (transparan) dan menghasilkan serat sedang hingga kasar dan sedikit gatal bila terkena kulit manusia.

- **Fungsinya**

Bahan fiber ini, baik bentuk lembaran dan atau pipa digunakan sebagai pipe penyalur air kotor/ air limbah pada proyek-proyek yang sesuai mis: Purufication Plan pada suatu kota.

- **spesifikasi dan keistimewaan bahan dan fiting**

Fiber ini mempunyai spesifikasi diameter yang agak serupa dengan pipa PVC berukuran sedang Diameter 4 “ atau lebih. Panjang rata-rata 6 m.

Fibreglass Composite yang di Indonesia lebih familiar disebut sebagai Fibreglass saja, sebenarnya mempunyai sebutan asli sebagai Fibreglass Reinforce Plastics (FRP) atau Glassfibre Reinforced Plastics (GRP), disebut demikian karena merupakan perpaduan antara material Plastics Thermoset (Additive), yang mempunyai ketahanan terhadap korosi, cuaca dan lain-lain. Fibreglass (Serat Kaca) yang berfunsi sebagai penguat (Reinforcement).
Dengan mengkombinasikan komponen-komponen tersebut diatas dalam komposisi yang tepat melalui proses polymerisasi maka dihasilkan syatu matrial konstruksi yang disebut Fibreglass Composite atau FRP yang memiliki sifat-sifat spesipik yang istimewa, antara lain:

1. Kuat (Hihgt Srength to Weight Ratio).
2. Konstruksi yang sangat ringan.
3. Tidak berkarat
4. Tahan terhadap pengaruh cuaca.
5. Tidak Menghantar arus listrik.
6. Mudah dibentuk.
7. Tidak memerlukan perawatan khusus.





Berdasarkan kelebihan diatas bahan serat fiber ini banyak digunakan untuk peralatan plambing diantaranya

-Storage Tank :Checical Tank, Water Tank, bak air , Bak mandi rendam dan lain-lain.

7. **Alat Plambing Kaca**

   Setiap bahan memiliki sifat tertentu yang membedakannya dengan bahan lain. Namun, ada pula kesamaan sifat antara suatu bahan dengan bahan lain.Kaca banyak sekali di gunakan dalam sifat-fatnya yang khas, yaitu transparan, tahan terhadap serangan kimia, efektif sebagai isolator listrik, dan mampu menahan vacum. Tetapi kaca adalah bahan yang rapuh dan secara khas mempunyai kekuatan kompresi lebih tinggi dari kekuatan tariknya. Dewasa ini ada sekitar 800 macam kaca yang di hasilkan ada yang dengan keunggulan pada satu sifat tertentu, dan ada pula yang lebih mementingkan keseimbangan pada seperangkat sifat tertentu.Dipandang dari segi fisika kaca merupakan zat cair yang sangat dingin. Disebut

demikian karena struktur partikel-partikel penyusunnya yang saling berjauhan seperti dalam zat cair namun dia sendiri berwujud padat. Ini terjadi akibat proses pendinginan (cooling) yang sangat cepat, sehingga partikel-partikel silika tidak sempat menyusun diri secara teratur.

Dari segi kimia, kaca adalah gabungan dari berbagai oksida anorganik yang tidak mudah menguap , yang dihasilkan dari dekomposisi dan peleburan senyawa alkali dan alkali tanah, pasir serta berbagai penyusun lainnya.

Prodduksi alat saniter banyak didesain sedemikian rupa selain bahan yang berbeda juga dilihat dari segi Artistik dan estetika agar peralatan tersebut indah dipandang mata.



- **Sifat Kaca**

Kaca memiliki sifat-sifat yang khas dibanding dengan golongan keramik lainnya. Kekhasan sifat-sifat kaca ini terutama dipengaruhi oleh keunikan silika (SiO_2) dan proses pembentukannya.

Sifat kaca adalah tembus cahaya, tidak menyerap air, mudah pecah, keras, dan mengkilap. Kaca juga dapat dicampur dengan bahan lain seperti Boraks agar tahan panas.





d. Rangkuman

Sanitasi diartikan sebagai perlakuan penyehatan lingkungan atau manusia agar tidak menimbulkan akibat tidak sehat kepada manusia atau lingkungannya., alasannya adalah seperti beberapa alas an dapat anda pelakari kembali dalam penjelasan sebelum ini:

- Sanitasi asal kata sanitation adalah tindalkan atau perbuatan sehat/higenis untuk meningkatkan kesehatan manusia dari lingkungannya melalui pencegahan kontak dengan adanya limbah atau keadaan yang dapat menyebabkan bahaya bagi kesehatan,

- Sanitasi Plambing adalah pemahaman dan kompetensi mencakup pemahaman arti hingga pemahaman yang mencakup aplikasi berbagai peralatan yang diperlukan, bahan yang diperlukan, metoda pemasangan, faktor dan pemahaman keselamatan dan kesehatan kerja, faktor evaluasi/uji coba hasil kerja hingga langkah pembuatan laporan hasil kerja.

- Sifat keramik adalah britle atau rapuh, sifat lainya adalah tahan suhu tinggi, kekuatan tekan tinggi

- Pembilasan yang umumnya ditemukan dalam pasar duoblok adalah model wash dawn, siphon jet dan P-Trap.

- Jenis Kloset dibagi menjadi 2 yaitu :
  - kloset jongkok

  - kloset duduk.
- Untuk kloset jongkok sendiri dibagi menjadi 3 yaitu :
  - model U-Trap,
  - model S-Trap, dan
  - model Back Supply.

- sifat-sifat spesipik yang istimewa, antara lain:
  1. Kuat (Hihgt Srength to Weight Ratio).
  2. Konstruksi yang sangat ringan.
  3. Tidak berkarat
  4. Tahan terhadap pengaruh cuaca.
  5. Tidak Menghantar arus listrik.
  6. Mudah dibentuk.
  7. Tidak memerlukan perawatan khusus.

g. Lembar kerja siswa

Bahan saniter

a. Tujuan Pembelajaran 3

PEMBELAJARAN 4

a. Uraan materi

Penggantung / klem adalah alat yang digunakan untuk menahan atau memegang sistem perpipaan.dirancang untuk dapat menahan berbagai macam bentuk pembebanan baik statis maupun dinamis.Penggantung atau penumpu pipa merupakan suatu perlengkapan instalasi perpipaan yang tidak dapat dipisahkan, karena tanpa pennggantung / penumpu instalasi perpipaantidak dapat dipasang dengan sempurna. Agar supaya penggantung instalasi perpipaan dapat berfungsi sempurna dalam arti tidak rusak dan dapat bertahan lama, maka penggantung dan penumpu pipa sebelum dibuat diperlukan perhitungan perencanaan yang baik, begitu pula tempat pemasangannya.Penempatan penggantung harus memperhatikan dari pergerakan sistem perpipaan terhadap profil pembebanan yang mungkin terjadi pada berbagai kondisi. Berdasarkan pembebanannya penyangga pipa dapat dibagi menjadi dua yaitu pembebanan statis dan pembebanan dinamis. Penyangga harus mampu menahan keseluruhan

berat sistem perpipaan, termasuk didalamnya pipa, insulasi, fluida yang terkandung, komponen, dan penyangga itu sendiri.



Ada hal-hal penting yang perlu diperhatikan untuk penggantung atau penumpu pipa

1. Berat pipa

   Berat yang harus diperhitungkan bukan hanya berat pipa itu sendiri, tetapi meliputi berat perlengkapannya, seperti katup, bahan isolasi serta berat isi pipa tersebut.Disamping itu pada instalasi pipa-pipa tertentu ada kemungkinan orang akan berdiri di 5atas pipa, baik untuk berjalan maupun memeriksa atau memperbaiki perlengkapan pipa tersebut atau pipa lain disebelahnya, sebaiknya tambahan berat orang tersebut 7dipertimbangkan pula.

2. Jenis pipa

   Jarak antara penggantung atau penumpu bergantung pada jenis bahan pipa disamping ukuran pipa, karena adanya perbedaan kelenturan.

3. Mencegah perambatan getaran

   Pipa yang berhubungan dengan mesin atau peralatan yang bergerak atau berputar dapat meneruskan getaran mesin atau peralatan tersebut ke dalam ruangan lainnya, baikmelalui pipa atau melalui konstruksi gedung, sehingga dapat menimbulkan kebisingan dan renovasi. Penggantung atau penumpu pipa sebaiknya dapat mencegah perambatan getaran semacam ini. Di samping itu penggantung atau penumpu pipa harus juga cukup kuat untuk menahan gaya-gaya tumbukan akibat timbulnya pukulan air dalam pipa.

4. Ekspansi pipa

   Penggantung atau penumpu pipa harus mampu menampung adanya perubahan panjang pipa akibat perubahan temperatur pipa.

5. Jarak antara pipa

Jarak antara pipa dengan pipa dan antara pipa dengan dinding atau permukaan lainnya, harus cukup lebar untuk memungkinkan penggunaan alat-alat, pemasangan isolasi atau penutup pipa lain, pengecatan dan pekerjaan perawatan umumnya serta pekerjaan lainnya yang mungkin akan dipasang di sekitar pipa, jarak minimum biasanya sekitar 25 mm

Metode yang sederhana dalam memperkirakan tegangan yang terjadi pada pipa dan beban pada penyangga terhadap berat adalah memodelkan pipa sebagai batang yang mempunyai beban terbagi rata pada panjangnya. Panjang batang sama dengan jarak antara penyangga.

Jarak antar penyangga secara sederhana ditentukan oleh persamaan sebagai berikut :

$$L = \sqrt{\frac{10ZS}{W}}$$

Dengan: L = Jarak maksimum yang diizinkan antara penyangga untuk pipa horizontal lurus (mm)

Z = Modulus pipa (mm)

S = Tegangan yang diijinkan (tergantungpada bahan pipa, suhu, tekanan, dan code yang digunakan)

W = Berat per-satuan panjang (N/mm)

Penggantung atau penumpu pipa harus dipasang pada tempat-tempat berikut ini :

1. Di sekitar katup dan sambungan ekspansi (untuk katup ukuran 100 mm atau lebih harus dipasang pada kedua sisinya)
2. Pada belokan pipa mendatar
3. Pada dasar pipa tegak
4. Pada cabang pipa
5. Pada pipa yang disambungkan ke mesin atau peralatan di dekat mesin









c. Lembar Kerja Siswa

BAB III
EVALUASI

Mata pelajaran : Teknologi bahan 1
Tahun Diklat :
Bentuk Soal : Pilihan Ganda, Menjodohkan dan Essay
Jumlah Soal : 50 Soal

Petunjuk Umum:
1. Isikan Identitas Anda ke dalam Lembar Jawaban Evaluasi.
2. Periksa dan bacalah soal-soal sebelum Anda menjawab, di isi pada Lembar Jawaban.
3. Laporkan kepada pengawas ujian apabila terdapat lembar soal yang kurang jelas, rusak, atau tidak lengkap.
4. Tidak diijinkan menggunakan kalkulator, HP, atau alat bantu hitung lainnya.
5. Periksalah pekerjaan Anda sebelum diserahkan kepada pengawas ujian.

I. SOAL PILIHAN GANDA

Selesaikan soal dibawah ini dengan memilih salah jawaban paling tepat dari a,b,c atau d:

1. Mengapa pipa PVC banyak digunakan pada rumah tinggal

a. Harganya murah,
b. Tahan karat,
c. mudah dipasang,
d.a,b dan c benar.

2. Pada gambar isometrik berikut, nama fiting di D adalah:



a. Dop
b. Elbow
c. Kran
d. Tee

3. Pipa baja lunak yang digalvanisir adalah:
a. Pipa jenis GPI
b. Asbestos cement (AC)
c. Copper tubing (Cu)
d. Cast iron (CI)

4. Memastikan ukuran Ø /diameter luar adalah pada jenis pipa:
a. Pipa galvanis
b. Cast iron (CI)
c. Copper tubing (Cu)
d. PVC.

5. Tidak termasuk ukuran standard pipa 6 m:
a. Copper tubing (Cu)
b. Cast iron (CI)
c. Stainless steel (SS)
d. PVC.

6. Ciri pipa baja berdinding tebal (schedule) diantaranya sebagai berikut, kecuali:
a. Schedule 140
b. Schedule 120
c. Schedule 50
d. Schedule 40

7. Salah satu fiting yang tidak memiliki lubang adalah:
a. Gate valve
b. ball valve
c. Check valve.
d. a.b dan c salah

8.Bahan untuk menyambung pipa GIP adalah
a. benang rapia

b. seal tape

c. isolasi

d. karet

9. alat sambung ini digunakan untuk menyambung pipa lurus yang:

a. croos,

b. T stuck,

c. Elbow,

d. Reducer.

10. Alat sambung ini digunakan untuk menyambung pipa lurus:

a. Reducer,

b. lock nut,

c. Soket

d. Tee Y.

11. jenis pipa ini yang dihasilkan dapat menahan daya tekan yang lebih tinggi, kuat, lentur dan flexible tahan terhadap bahan kimia.:

a. Galvanized,

b. PVC,

c. Besi tuang

d. HDPE

12. kelas/type yang mana yang lebih baik apabila kita memilaih bahan PVC:

a. C

b. D

c. AW,

d. ASI.

13. Sifat-sifat mekanis pipa tembaga dari mulai pipa lunak sampai dengan pipa keras, antara lain:

a. - Daya regangnya antara 210 s.d 380

   - Pemuaiannya mulai dari 30 s.d 40:

b. - Daya regangnya antara 310 s.d 380

- Pemuaiannya mulai dari 30 s.d 50:

c. - Daya regangnya antara 220 s.d 380

- Pemuaiannya mulai dari 30 s.d 30:

d. - Daya regangnya antara 410 s.d 380

- Pemuaiannya mulai dari 35 s.d 40:

14. Valve ini berungsi untuk mengatur besar kecilnya aliran & tekanan

a. Gate Valve,

b. Ball valve,

c. Buterfly Valve,

d. Non Return Valve.

15. Valve ini berungsi untuk membuka & menutup aliran lebih cepat:

a. Gate Valve,

b. Ball valve,,

c. Buterfly Valve

d. Non Return Valve

16. Valve ini berungsi untuk membuka & menutup sepenuhnyaa.bahan tambah,

a. Gate Valve,

b. Ball valve,,

c. Buterfly Valve

d. Non Return Valve

17. Sifat-sifat pipa baja tuang (cast iron pipe) a.l,… kecuali:

a. lebih keras,

b. getas,

c. sulit ditempa,

d. mudah ditempa.

18. Sifat-sifat pipa tembaga (copper tubing) a.l,… kecuali:

a. lunak,

b. menahan karat,

c. mudah dibentuk,

d. sulit disambung dgn bahan logam lain.

19. Beberapa alasan pipa tembaga (copper tubing) masih jarang dipakai, dengan alasan:

a. ada bahan lain sbg alternatif,

b. keharusan,

c. biaya mahal,

d. mudah dikerjakan.

20. Alloy Steel (Baja Paduan) adalah :

a.baja yang mengandung sejumlah elemen paduan,

b. baja yang mengandung sejumlah seng paduan

c. baja yang mengandung sejumlah khroom

d. Baja lunak..

21. Terbaik untuk bahan saluran drainase adalah … kecuali pipa:

a. Tembaga,

b. Besi tuang,

c. Asbestos cement,

d. Galvanis.

22. Yang bukan sambungan pipa baja karbon berikut ini adalah …:

a. Sambungan las,

b. Sambungan fiting,

c. Sambungan lem,

d. Sambungan flens.

23. Tercakup dalam spesifikasi kekuatan ganda pipa adalah:

a. Schedule special,

b. Schedule standard,

c. Schedule extra strong,

d. Schedule double extra strong.

24. Sifat paling dominan pipa baja karbon adalah:
a. Kuat mengatasi karat,
b. Getas,
c. Kuat menahan tekanan,
d. Kekuatan tinggi.

25. Yang bukan spesifikasi Ø pipa baja karbon 10” ke atas adalah:
a. 26”
b. 28”
c. 30”
d. 36”

26. Bahan pipa logam yang paling tahan dan kuat terhadap karat adalah, pipa:
a. galvanis,
b. besi tuang,
c. tembaga,
d. baja lunak.

27. Salah satu bahan dibawah ini adalh bahan Trap yang sering digunakann dalam pemasangan Wastafel, yaitu:
a. besi,
b. kuningan
c.fiberglass,
d. hack saw.

28. Penamaan seorang akhli pemipaan menurut hemat anda adalah disebut:
a. plumber,
b. tukang ledeng,
c. pipe fitter,
d. Plastik.

29. Bahan tambah pada sambungan fiting pipa berulir adalah:
a. Seal tape/rol tip,
b. Lem dan meni besi,
c. Sambungan las karbit,
d. Sambungan baut & mur.

30. Bahan yang tidak termasuk untuk pembuatan bak mandi rtendam , yaitu:
a. Fiber glass
b. Keramik,
c. Plat besi,
d. Kaca.

II. SOAL ESSAY

1. Jelaskan 2 perbedaan utama dalam pelaksanaan pemasangan, cara pengerjaan pipa GIP dengan pipa PVC …?
2. Sebutkan 1 yang membedakan jenis penyambungan pipa galvanis dibandingkan dengan pipa baja hitam (black steel pipe) …
3. Apa alasannya bahwa jenis pipa baja hitam kurang sesuai sebagai penyaluran air (hydro) atau uap ? …
4. Sebutkan minimal 7 macam ukuran diameter (Ø) kecil pipa galvanis medium A   …
5. Apa yang disebut dengan Siphon Jet ? …
6. Tuliskan sekurang – kurangan 8 alat sambung alat penyambung PVC ?.
7.Jelaskan perbedaan Pipa PVC dan Pipa HDPE
8. Jelaskan Karakteristik dan Parameter pipa tembaga ?
9. Sebutkan 3 (tiga) jenis pipa tembaga!?
10. Jelaskan juga 2 keistimewaan penggunaan bahan pipa tembaga Ø ½-1”untuk instalasi air bersih pada bangunan komersil ?

BAB IV PENUTUP

Sistem plumbing adalah suatu perangkat dari konstruksi yang sangat penting dan berhubungan dengan air bagian yang tidak dapat dipisahkan dari bangunan gedung, oleh karena itu perencanaan sistem plambing haruslah dilakukan bersamaan dan sesuai dengan tahapan-tahapan perencanaan gedung itu sendiri, dalam rangka penyediaan air bersih baik dari kualitas dan kuantitas serta kontinuitas maupun penyaluran air bekas pakai atau air kotor dari peralatan saniter ke tempat yang ditentukan agar tidak mencemari bagian-bagian lain dalam gedung atau lingkungan sekitarnya.

Dalam Sebuah Gedung yang yang harus dan penting diperhatikan oleh kita adalah system plambing karena apabila dalam perencanaan/pemasangan sampai kepada pemahaman bahan-bahan yang digunakan pekerjaan plambing akan berakibat fatal bila tidak diperhatikan misalnya: pipa bocor, pipa patah, pipa tersumbat, dan lain-lain yang pada akhirnya lingkungan menjadi tercemar.

Oleh karena itu dalam pemilihan/penggunaan pipa, sambungan dan assesoris alat plambing harus sesuai dan tepat dalam penggunaannya sehingga system plambing baik estetika, maupun konstruksinya akan bertahan lama dan awet dalam pemakaiannya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Harsoady, P. Tamba Penggunaan pipa tembaga pada sistem plambing pusat pengembangan dan pemberdayaan pendidikDan tenaga kependidikanBidang mesin dan teknik industri bandung2013
2. Alfons Gasner, *Technisches Zeichnen, Sanitarinstallatateure*, Sommer 1986
3. Agusto WM, Hoeman Rozie Sahil, Takiyah Salim, Djoko Setiadi, *Pompa Air*, Balai Pengembangan Teknologi Tepat Guna, Subang 1990s,,New York 1973
4. Bartholomew D'Arcangelo, Benedict D'Arcangelo, J. Russel Guest, *Mathematics for Plumber &Pipefitter*,Delmar Publichers 1973
5. Agus Maryono, Dr.Ing.Ir , W.Muth, Prof, N.Eisenhauer,Prof, *Hidrolika Terapan*, Pradnya Paramita, Jakarta 2002
6. Australian Government Publishing, *Sanitary Plumbing,* Canberra 1977
7. Australian Government Publishing, *Water Suppy*, Canberra 1977
8. Australian Government Publishing, *Work Safety*, Canberra 1980
9. Beekman Hause, *Plumbing Repairs Made Easy*, New York 1980
10. Dennis Caprio, *Appliance Repair*, Reston Pubs Coy Inc. A.Prentice Hall Coy, Roston Virginia, 1980.
11. Departemen Pekerjaan Umum, *Pedoman Plambing Indonesia*, Jakarta 1979.
12. David Thomas, *The Home Plumber*, A Practical Guide to Plumbing Jobs and Emergencies Orbis Publishing Limited, London 1980.
13. E.Keith Blankenbaker, *Modern Plumbing,* The Goodheart Willcox Coy Inc South Holland, Illinois, 1978.
14. Fadjar Hadi,Ir, MNasroen Riva'i,Ir *Ilmu Teknik Penyehatan 2,* Direktoran Pendidikan Menengah Kejuruan Jakarta 1979
15. F.J. Leary, *Gasfitting*, Victoria 1976
16. *,Gas Wasser und Saniter Teechnik*, Stuttgarrt 1990
17. Gatot Soedarto, *Pencegahan dan Penanggulangan Bahaya Kebakaran*, Jakarta 1983
18. Harold E. Bebit, *Plumbing*, Newyork 1960
19. Howard C. Massey, *Basic Plumbing With Illustrations*, Cratsman Book Company 1980
20. Harso Salim, Ir, *Pengelolaan Air Sedrhana*, Bandung 1979
21. Hugo Feurich, *Saniter Technik*, Krammer-Verlag, Dusseldorf 1987
22. James A. Sullivan, Plambing Installation & Desain,, Virginia 1980
23. Kamajaya,Drs, Suardhana Lingsih,Ir, *Fisika*, Ganeca Exact Bandung, 1986
24.